



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA INDUSTRIAL

Diseño del proceso productivo del cacao para la fabricación del
chocolate tipo orgánico.

AUTOR

Br. Elías Antonio Pavón López.

TUTOR

MSc. Freddy Fernando Boza Castro.

Managua, 5 de Septiembre de 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria


DECANATURA

A: Brs. Elías Antonio Pavón López
DE: Facultad de Tecnología de la Industria
FECHA: Viernes 22 de abril del 2016

Por este medio hago constar que su trabajo de protocolo Titulado **“Diseño del proceso productivo del cacao para la fabricación del chocolate tipo orgánico”**, para obtener el título de Ingeniero Industrial y que contará con la Ing. Freddy Fernando Boza Castro como tutor, ha sido aprobado por esta decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,




Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano

C/c Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Industrial

Managua, 05 de septiembre del 2016.

Ingeniero
Daniel Cuadra Horney
Decano
Su despacho

Estimado Ing. Cuadra:

Reciba un cordial saludo de mí parte, el motivo de la presente es hacer de su conocimiento que he revisado la Monografía Titulada: **"Diseño del Proceso Productivo del Cacao para la Fabricación del Chocolate tipo Orgánico"** considero que puede ser sometida a defensa por el jurado que usted asigne para optar al título de ingeniero industrial, el estudiante es:

➤ Br. Elías Antonio Pavón López

Carnet: 92-11486-4

Sin más a que hacer referencia, me despido cordialmente,



Ing. Freddy Fernando Boza Castro
Docente UNI-RUPAP

C/c Archivo



Líder en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

F - 8 CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Industria
hace constar que:

PAVÓN LÓPEZ ELÍAS ANTONIO

Carnet: **92-11486-4**, Plan de estudio: **86**, Turno: **Nocturno**, de
conformidad con el Reglamento del Régimen Académico Vigente en la
Universidad, es **EGRESADO** de la carrera de **INGENIERÍA
INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del
interesado, en la ciudad de Managua, a los cinco días del mes de abril
del año dos mil dieciséis.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad



Dedicatoria

A mi madre, que ha realizado el sacrificio más grande brindándome su apoyo para poder salir adelante sobre todo en los momentos más difíciles de mi vida, dándome ejemplos dignos de superación y entrega. Es por usted que cree en mí que puedo alcanzar la meta.

A mi hija, quien ha sido mi inspiración para superar las dificultades que se presentaron durante mi vida estudiantil.

A mis familiares y hermanos, que me han brindado su apoyo en todo momento de adversidad, siendo los pilares fundamentales para mi formación como una persona de bien.

A mis amigos, que siempre fueron una ayuda invaluable en la vida. Explícitamente a Ivania García, por su apoyo incondicional durante mis años de estudio.

A todos estos, mi gratitud... esperando tener su apoyo durante toda mi vida.

Elías Antonio Pavón López

Agradecimientos

Agradezco a Dios todo poderoso, por haberme dado la sabiduría y la fuerza para poder continuar cada día en la construcción de una vida mejor.

A mi tutor MSc. Freddy Fernando Boza Castro, por su esfuerzo y dedicación y por haberme apoyado con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y motivación haciendo posible que terminara el presente trabajo monográfico.

También quiero agradecer a todos mis maestros de la Facultad de Tecnología de la Industria, quienes durante el proceso de formación educativa me enseñaron con dedicación y me transmitieron conocimientos que me acompañaran siempre.

Elías Antonio Pavón López.

Resumen Ejecutivo

En el presente trabajo monográfico se desarrolla una investigación descriptiva con el fin de diseñar las instalaciones para el proceso productivo de la fabricación del chocolate.

La intención de crear este diseño es determinar claramente el proceso industrial en éste para tener un mejor aprovechamiento del cacao que se produce localmente y que en la actualidad es procesado y comercializado con un bajo nivel de elaboración. Además de lo mencionado anterior, esta investigación es precursora y podría ayudar a mejorar los procesos artesanales que se ejecutan actualmente al elaborar chocolates en territorio nacional.

En busca de concretar el diseño ya mencionado, se analizaron los registros estadísticos de importación en la Dirección General de Aduanas (DGA), para los ítem registrados bajo el código 180631 (Chocolates rellenos) y 180632 (Chocolates sin rellenar) del sistema arancelario centroamericano (SAC) y de esta forma se conoció la demanda de estos productos a nivel nacional. Este dato se tomó como base para determinar el porcentaje del mercado que se pretende satisfacer con la producción diaria de la fábrica. Al tener este valor establecido, se procedió a determinar la capacidad instalada o tamaño de la planta, dato que nos permitió describir la cantidad de personas que se necesitarían para iniciar las operaciones.

Finalmente se logró adecuar el diseño en un plano arquitectónico de distribución de áreas, que describe las instalaciones físicas de la fábrica de chocolate con las condiciones adecuadas para generar un producto con calidad y aun bajo costo.

Contenido

Introducción	5
Antecedentes	6
Justificación	7
Objetivos.....	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos.....	8
Capítulo 1: Generalidades.....	9
1.1 Marco Teórico	9
1.2 Diseño Metodológico	11
1.3 Historia del Chocolate	12
1.3.1 Características Generales del Chocolate.....	13
Capítulo 2: Estudio de Mercado	15
2.1 Investigación de Mercado.....	15
2.1.1 Oferta de Chocolates en el Mercado Nicaragüense	15
2.1.2 Importación de Chocolate	18
2.1.3 Pronóstico de la Demanda de Chocolate	20
Capítulo 3: Diseño de la Planta.....	23
3.1 Calculo de la Tasa de Planta o Tiempo de Proceso	23
3.2 Proceso de Fabricación del Chocolate	25
3.2.1 Diagrama de la Operación.....	27
3.2.2 Calculo del Número de Maquinas	29
Capítulo 4: Localización de las Instalaciones	31
4.1 Características Territoriales de Nicaragua	31
4.2 Características Demográficas de Nicaragua	32
4.3 Costo de la Materia Prima de las Alternativas A, B y C.....	33
4.4 Costo del Agua Potable para las Alternativas: A, B Y C.	33
4.5 Costo de la Energía Eléctrica de las Alternativas: A, B y C.	34
4.6 Aplicación del Método de Brown y Gibson para Localización de Plantas.	34
4.6.1 Características Generales del Departamento de Boaco	37
4.7 Disponibilidad de la Materia Prima “Cacao” en Nicaragua	38

4.8 Disponibilidad de la Materia Prima “Azúcar” en Nicaragua	39
Capítulo 5: Costos de Producción.....	40
5.1 Costo de la Materia Prima.....	40
5.2 Costo de Mano de Obra Directa	41
5.3 Costos Indirectos de Fabricación	42
Capítulo 6: Distribución de la Planta.....	44
6.1 Espacios Requeridos para Área Administrativa y Manufactura	44
6.2 Estación de Manufactura: Limpieza.....	45
6.3 Estación de Manufactura: Torrefacción.....	46
6.4 Estación de Manufactura: Descascarillado	47
6.5 Estación de Manufactura: Molino	48
6.6 Estación de Manufactura: Prensado.....	49
6.7 Estación de Manufactura: Formulación.....	50
6.8 Estación de Manufactura: Refinado.....	51
6.9 Estación de Manufactura: Conchado	52
6.10 Estación de Manufactura: Atemperado	53
6.11 Estación de Manufactura: Moldeo.....	54
6.12 Estación de Manufactura: Enfriamiento	55
6.13 Estación de Manufactura: Envoltura	56
6.14 Distribución del Espacio para las Estaciones: Por Producto.....	57
6.15 Requerimiento de Espacio para las Oficinas	57
Conclusiones	60
Recomendaciones	60
Referencias Bibliográficas	61

Índice de tablas

Tabla 1. Cadena de bienes del cacao.	13
Tabla 2. Composición en micro y macro nutrientes del cacao y sus derivados.	14
Tabla 3. Clasificación arancelaria del cacao y sus derivados.	18
Tabla 4. Productos de chocolates vendidos según el empaque.	19
Tabla 5. Importación y exportación de chocolates en Nicaragua.	20
Tabla 6. Importación en toneladas métricas de chocolate.	21
Tabla 7. Pronóstico para 5 años.	23
Tabla 8. Cálculo del número de máquinas.	30
Tabla 9. Costo de las funciones objetivas (C_i).	34
Tabla 10. Orden de la ponderación subjetiva W_j .	35
Tabla 11. Comparaciones pareadas de las funciones subjetivas.	36
Tabla 12 Resumen estadístico de la producción de azúcar en Nicaragua.	39
Tabla 13 Costo anual de materias primas.	41
Tabla 14. Costos Indirectos de fabricación.	42
Tabla 15. Costo del producto chocolate.	43
Tabla 16. Requerimiento de espacio para la línea de manufactura.	57
Tabla 17. Espacio para oficina requerido según el puesto de trabajo.	58
Tabla 18. Total de la inversión para la instalación de la fábrica.	59

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de distribución de chocolates en los canales existentes.	16
Figura 2. Países de los cuales Nicaragua importa chocolates.	18
Figura 3. Solución grafica de la regresión.	22
Figura 4. Diagrama de proceso de operación.	28
Figura 5. Mapa del departamento de Boaco.	37

Figura 6. Porcentaje de producción de cacao por departamento en Nicaragua.	38
Figura 7. Organigrama de la fábrica de chocolate.	44
Figura 8. Distribución de la estación de Limpieza.	45
Figura 9. Distribución de la estación de Torrefacción.	46
Figura 10. Distribución de la estación de descascarillado.	47
Figura 11. Distribución de la estación de molino.	48
Figura 12. Distribución de la estación de prensado.	49
Figura 13. Distribución de la estación de formulación.	50
Figura 14. Distribución de la estación de refinado.	51
Figura 15. Distribución de la estación de conchado.	52
Figura 16. Distribución de la estación de atemperado.	53
Figura 17. Distribución de la estación de moldeo.	54
Figura 18. Distribución de la estación de enfriamiento.	55
Figura 19. Distribución de la estación de envoltura.	56

Introducción

Nicaragua es el país de la región centroamericana que tiene el más bajo nivel de desarrollo en la agroindustria de alimentos (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2011), la mayoría de los productos agrícolas son comercializados en su condición primaria de grano; tal es el caso del cacao el cual los consumidores nacionales acostumbran comprar la semilla sin pelar y realizan artesanalmente la limpieza, tostado y molienda de este para que pueda ser aprovechado.

Los productos alimenticios que se obtienen del cacao como el chocolate en barra, en su mayoría son importados y estos predominan el comercio formal con una completa variedad de formas, tamaños y presentaciones, dejando a un lado las chocolaterías locales que mediante procesos artesanales producen chocolates que no poseen las características básicas que el producto debe tener. Esta realidad ha generado que los chocolates nacionales sean poco conocidos y tengan mercados limitados ya que generalmente se comercializan únicamente en la zona donde se fabrican.

La falta de procesos productivos y tecnologías adecuadas capaces de generar producción masiva y de buena calidad, limita a la agroindustria nacional en su crecimiento y desarrollo, así también al productor a continuar en el ciclo de vender sus cosechas con poco valor agregado y obtener la mínima rentabilidad.

La producción de chocolate en Nicaragua es una gran ventaja económica que tiene que ser cultivada con un sistema de producción óptima para alcanzar un mayor beneficio de la materia prima, enfocada en el crecimiento para la agroindustria del chocolate.

Antecedentes

En Nicaragua, la industria en general para la fabricación de productos data de los años cincuenta cuando se empezó con la agroindustria tradicional (productos lácteos, carnes, café, etc.), la cual se enmarco en el intercambio con otros países centroamericanos. Para los años sesenta alcanzo un liderazgo en la región, superando a Honduras, Guatemala y Costa Rica.

Con los problemas sociales y económicos de los años ochenta la industria se redujo a niveles mínimos, esto dio lugar al crecimiento de la fabricación artesanal y la producción individual de bienes de forma dispersa, sin ningún tipo de control de calidad. Para los años noventa las condiciones se prestaron para favorecer el ingreso al país de una variedad de productos alimenticios que dejaron sin oportunidad a los fabricantes locales quienes se habían acostumbrado a producir rudimentariamente.

Dentro de los procesos de cambios sociales y pobre desarrollo agroindustrial, el cacao nicaragüense ha mantenido su presencia en los mercados de forma básica, con poca innovación de los productos tradicionales que utilizan en sus mezclas. La producción agrícola es la que se ha destacado en la última década, registrando un aumento en las áreas sembradas de cacao y el volumen cosechado.

Hasta estos días, no se teoriza información relevante respecto a productos nicaragüenses fabricados a partir de la fruta de cacao, esto se debe a que Nicaragua es un país con bajo nivel industrial. En la actualidad, la CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) le otorga a Nicaragua un nivel industrial de 20% que a pesar de los esfuerzos de los gobiernos no se ha podido alcanzar el nivel industrial que tuvo en el pasado el cual superó el 27%. (Ministerio de Fomento Industria y Comercio [MIFIC], 2010).

Justificación

Las fábricas han sido históricamente las mayores generadoras de empleo debido a que requieren para su funcionamiento cierto número de trabajadores. Con la creación de una pequeña fábrica procesadora de cacao se garantizaría trabajo permanente para miembros de la comunidad donde se establecieran las instalaciones y además se necesitaría el abastecimiento de la materia prima (cacao) de forma constante, la cual sería adquirida de pequeños productores, facilitando la comercialización de las cosechas sin intermediarios, obteniendo de esta forma un mejor pago de su producto.

Este proyecto describirá el proceso de fabricación de los subproductos del cacao y proporcionara las herramientas técnicas para la instalación de una fábrica capaz de suplir un porcentaje de la demanda nacional de chocolate.

Con la introducción de nuevos productos de buena calidad obtenidos de procesar materia prima nacional, se aumentaría el prestigio de los productores nacionales con respecto a los productos importados, creando una competencia más proporcionada en los mercados nacionales y mejorando la pobre relación que existe entre productor, procesos de fabricación y consumidor final.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar las instalaciones para el proceso productivo de la fabricación del chocolate.

Objetivos Específicos

1. Determinar la demanda de chocolate para consumo nacional.
2. Determinar la capacidad requerida de cacao para la fabricación de chocolate.
3. Determinar la localización del proyecto.
4. Determinar el proceso productivo de la empresa.
5. Determinar la inversión total para la instalación de la fábrica de chocolate.

Capítulo 1: Generalidades

1.1 Marco Teórico

El cacao ha tomado relevancia en las últimas décadas y se ha convertido en el tercer producto agrícola de mayor consumo a nivel mundial. Los grandes consumidores son algunos países europeos y norteamericanos. Estos países no tienen condiciones que les permitan producir cacao en ninguna de sus variedades, sin embargo, por ser los países más industrializados son los que mejor aprovechan el cacao como materia prima.

En Nicaragua la mayor parte de producción cacaotera es de la variedad conocida como “trinitario”, el cual es un híbrido que se obtiene del cruce entre el cacao “criollo” y el “forastero”. El árbol de cacao tiene un tamaño de entre seis y diez metros, este tiene una fruta que crece de forma inusual puesto a que nace directamente del tronco y de las ramas más antiguas. La fruta del cacao se conoce también como “mazorca” o “maraca”, debido a que esta es una baya alargada con forma de calabacín que puede medir entre 15 a 30 cm de largo y entre 7 a 12 cm de ancho; el color de esta fruta puede ser rojiza o amarilla.

El árbol de cacao comienza a rendir entre el cuarto y sexto año después de ser plantado y produce dos cosechas durante el año, la principal comienza al final de la estación lluviosa manteniéndose hasta el inicio de la estación seca y la intermedia se da al comienzo de la estación lluviosa siguiente. Es necesario que transcurran unos seis meses entre la fertilización y la recolección. El cacaotero posee además la capacidad de producir durante 25 años.

La producción nacional de cacao en la actualidad está en manos de los pequeños productores quienes poseen una extensión de tierra cultivada que oscila entre 1 y 2 manzanas y producen de 2 a 4 quintales de cacao por manzana. La mayoría de ellos están organizados en cooperativas que reciben ayuda de organismos de cooperación sin fines de lucro los cuales les brindan asistencia en talleres para mejorar sus sistemas de siembra.

Después de haber realizado un estudio de diagnóstico en el sector cacao de Nicaragua, se determinó que las áreas cultivadas de este producto pueden estar aproximadas a 7,500 hectáreas las cuales representan una mínima parte entre 2,729,113.31 hectáreas potenciales para el establecimiento del cultivo. (*Ministerio Agropecuario Forestal [MACFOR], 2010*).

Se conoce como mercado al conjunto de todos los compradores reales o potenciales de un producto (*Kotler, 1989*). Dentro de este análisis se aplicó una investigación de mercado que utilizó datos de la importación de chocolate en barra que han ingresado históricamente al país y se ha comercializado, con la finalidad de conocer la situación de la demanda de este producto a nivel nacional.

Partiendo de la información determinada como demanda total del producto, se estimó un 5% de la demanda real que puede satisfacer la producción por parte de la fábrica y tomando este valor de referencia, se calculó la tasa de producción o tiempo de procesamiento. Además de esto, se describió el proceso productivo para la fabricación del chocolate y se determinaron las operaciones e inspecciones necesarias dentro de este mediante un diagrama de operación.

La capacidad de producción de las maquinarias definidos por su fabricantes se utilizó para determinar el tiempo de proceso requerido por las maquinarias en el cumplimiento de la producción diaria, además fue utilizado para determinar la cantidad de operarios necesarios para el manejo de cada máquina y al mismo tiempo se valoró la cantidad de equipos requeridos en cada una de las operaciones.

Una vez determinado el número de máquinas para la planta, se calculó el balance de la línea de producción del chocolate y se procedió a determinar el espacio para cada una de las estaciones de manufactura considerando espacio para la máquina, espacio para el operador, espacio para la materia prima que entra y espacio para la materia prima que sale. Haciendo uso del organigrama propuesto para este proyecto, se calculó la cantidad de puestos administrativos a considerar para distribuir el espacio de oficinas, lo cual se estableció tras aplicar el método de

los 200 ft² por persona. Además de esto, se utilizaron las medidas estándares para diseñar espacios auxiliares.

1.2 Diseño Metodológico

Se realizó una investigación descriptiva acerca del diseño del proceso productivo del cacao para la fabricación de chocolate, para lo cual primero se realizó un estudio de mercado y se determinó, mediante la técnica de regresión simple, la demanda total del producto. El resultado fue utilizado para determinar la tasa de producción de una planta procesadora.

A continuación se hizo un estudio para determinar la ubicación de las instalaciones de la fábrica en el cual se aplicó el método de Brown & Gibson para la localización de plantas industriales. Este método consiste en evaluar datos objetivos y subjetivos con el fin de determinar la localización más conveniente para este tipo de instalaciones. De igual manera, se determinó la disponibilidad de materia prima (Cacao y azúcar) para la fabricación de este tipo de producto y se propuso la maquinaria adecuada para la transformación del producto.

En la parte técnica de ingeniería del proceso, se elaboró un diagrama de operación e inspección del cacao para obtener los subproductos de este, haciendo énfasis en los subproductos que se utilizan para la fabricación del chocolate.

Para diseñar las estaciones de manufactura se tuvo en cuenta el tiempo de proceso de cada máquina, los principios de ergonomía de los puestos de trabajo, principios de economía de movimientos dentro del proceso de transformación y la seguridad e higiene ambiental de las instalaciones.

Finalmente, se realizó la distribución de las maquinarias requeridas según la secuencia de operaciones que se realizan durante el proceso utilizando el método de distribución de planta por producto.

1.3 Historia del Chocolate

El cacao, ingrediente principal del chocolate, es originario de la Amazonia desde donde su cultivo se extendió hacia Centro América y México. El nombre común del árbol de cacao es cacaotero y su nombre científico se origina del griego *Theos* que significa Dios y *Broma* que significa alimento, *Theobroma*; este nombre lo asignó el científico Carlos Lineo a causa de lo significativo que era este alimento para los nativos americanos.

El árbol de cacao se cultivaba en el siglo XVI, tiempo en que los españoles llegaron a México, donde las habas de cacao se utilizaban como moneda y alimento.

En el año 1520 Hernán Cortez envió a España la semilla de cacao y la receta que utilizaban los aztecas para preparar bebidas con esta fruta, proceso que consistía en dorar las habas de cacao en vasijas de barro (tostado) y después molerlas en piedras; al molido se le agregaba agua helada, y en algunos casos especias o miel para que al agitarla se formara una bebida espumosa. Los españoles mejoraron la receta calentando la mezcla y agregando azúcar. (Becket, 1994).

Por mucho tiempo se mantuvo en secreto el uso del cacao y fue hasta el año 1525, en la península ibérica, cuando aparecieron las primeras chocolaterías. Poco a poco, las innovaciones vinculadas al desarrollo de la industria del chocolate fueron surgiendo, como la creación del chocolate con leche y el sólido en el año 1727 y la invención de la prensa para extraer la manteca de cacao, desarrollada por el holandés Van Houten en el año 1876. (Becket, 1994).

Durante la revolución industrial, se originó la producción en serie y el precio del chocolate disminuyó, con ello más gente pudo obtenerlo, lo cual provocó un gran cambio en la popularización del chocolate y la forma de fabricarlo que en gran parte ha permanecido hasta nuestros días. (Botánica, 2009)

1.3.1 Características Generales del Chocolate

El nombre “chocolate” proviene del náhuatl: *Xocolātl*, resulta de unir la palabra *xococ* (agrio) con la palabra *ātl* (agua) y literalmente significa “agua agria”. Este es el alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos derivados de la manipulación de la semilla del cacao: una materia solida (pasta de cacao) y una materia grasa (manteca de cacao). A partir de esta combinación básica, se elaboran los distintos tipos de chocolates.

A partir de la semilla de cacao se obtienen los cuatros productos intermedios (licor de cacao, pasta de cacao, manteca de cacao y cacao en polvo) y el chocolate. A pesar de que el mercado de chocolate es el mayor consumidor en términos de equivalencia en granos, los productos intermedios son utilizados en diversas áreas.

Tabla 1. Cadena de bienes del cacao.

Cadena de bienes del cacao	
Primario	El cacao en grano.
Intermedios	Licor de cacao, pasta de cacao, manteca de cacao y polvo.
Finales	Chocolate para mesa y confites.

Fuente: Datos del IDR, 2013

De la variedad de chocolates existentes se destacan, las siguientes mezclas:

Chocolate negro: es el resultado de la mezcla de la pasta y manteca de cacao con azúcar.

Chocolate blanco: su color se debe a la falta de pasta cacao aunque lleve manteca de cacao.

Chocolate con leche: se compone de 15% de grasa seca de leche, 55% de sacarosa y 30 % de cacao.

Chocolate en polvo: mezcla de cacao en polvo, harinas y azúcar.

El Chocolate y sus derivados contienen elementos nutritivos y beneficiosos para el organismo, puesto a que es un alimento rico en grasas, hidrato de carbono y proteína. (Botánica, 2009)

Tabla 2. Composición en micro y macro nutrientes del Cacao y sus derivados.

Contenido por 100gr	Cacao	Chocolate	Chocolate Blanco	Chocolate Con Leche
Energía(Kcal)	255	449-534	511.542	529
Proteínas(g)	23	4.2-7.8	6.1-9.2	8
H de carbono (g)	16	47-65	54.1-60	58.3
Almidón	13	3.1	1.1	
Azúcares(g)	3	50.1-60	54.1-56.9	58.3
Fibras(g)	23	5.9-9	1.8	
Grasas(g)	11	29-30.6	30-31.8	30.9
Grasas saturadas(g)	6.5	15.1-18.2	17.6-19.9	18.2
G. monoinsaturadas(g)	3.6	8.1-10	9.6-10.7	9.9
G. poliinsaturadas (g)	0.3	0.7-1.2	1.0-1.2	1.1
Sodio(g)	0.2	0.02-0.08	0.06-0.12	0.11
Potasio(g)	2	0.4	0.34-0.47	0.35
Calcio(mg)	150	35-63	190-214	270
Fósforo(mg)	600	167-287	199-242	230
Hierro(mg)	20	2.2-3.2	0.8-2.3	0.2
Magnesio(mg)	500	100-113	45-86	26
Cinc(mg)	9	1.4-2.0	0.2-0.9	0.9
Vit. A(UI)	3	3	150-165	180
Vit. E(mg)	1	0.25-0.3	0.4-0.6	1.14
Vit. B1(mg)	0.37	0.04-0.07	0.05-0.1	0.08
Vit. B6(mg)	0.16	0.04-0.05	0.05-0.11	0.07
Ac. Fólico (micro g)	38	6-10	5-10	10

Fuente: Organización Internacional del Cacao y el chocolate (ICCO).

Capítulo 2: Estudio de Mercado

2.1 Investigación de Mercado

La investigación de mercados es el diseño, obtención, análisis y comunicación sistemática de los datos y resultados pertinentes para una situación específica. (Kotler, 1999).

Conocer la demanda del producto, es vital para el diseño de un proceso productivo. La capacidad de procesamiento de las máquinas, según *Meyer (2006)*, se calcula a partir de la información que la mercadotecnia nos facilita. Esta información puede ser obtenida mediante herramientas como la encuesta, sin embargo, para conseguir una muestra que sea representativa habría que realizar un estudio prolongado, lo cual se puede simplificar al considerar las estadísticas de importación y conocer de esta manera la demanda del producto chocolate en Nicaragua.

El análisis de las importaciones, permitirá conocer la cantidad de productos derivados del cacao que son comercializados en Nicaragua, y con esta información se podrá pronosticar la demanda futura.

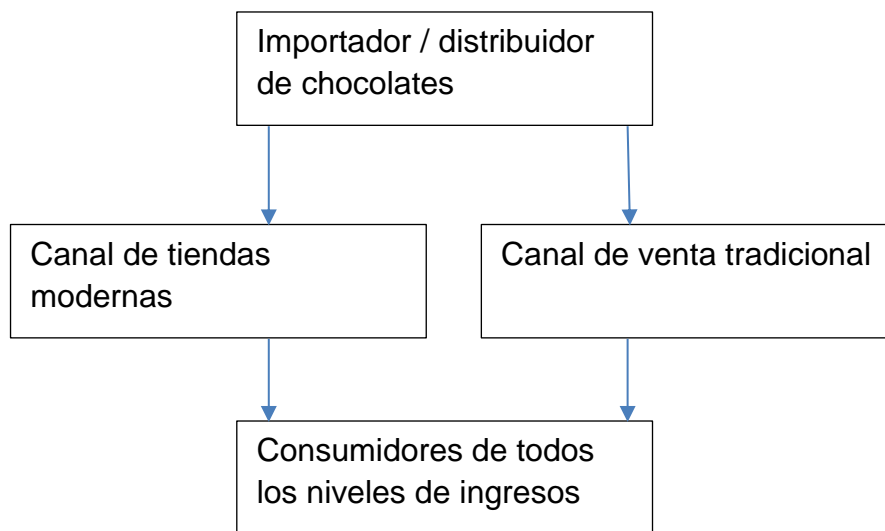
2.1.1 Oferta de Chocolates en el Mercado Nicaragüense

Las importaciones de productos derivados de cacao en los mercados nicaragüenses, especialmente el chocolate, son promovidas por grandes distribuidores nacionales, quienes utilizan sus medios logísticos para abastecer los diferentes puntos de venta. De esta manera determinan la presencia de productos importados frente al consumidor final.

En Nicaragua existen dos canales de comercialización para los productos derivados de cacao. El primero cuenta con instalaciones modernas para la atención de sus clientes y está compuesto por Price Smart, Wall Smart, Supermercados la Colonia, tiendas de gasolineras y otros. Este canal está dirigido al segmento de la población con mejor nivel de ingresos, por lo general ubican los puntos de venta en la zona residenciales; El segundo canal para los productos de cacao y sus compuestos, a diferencia del primero, se orienta a la atención de las personas con bajos ingresos. Este canal lo conforman los puntos de venta

tradicionales como los mercados populares, las pulperías y supermercado pali. La mayoría de los nicaragüenses acuden a estos puntos, por lo cual en la comercialización resultan grandes volúmenes de productos vendidos.

Figura 1. Esquema de distribución de chocolates en los canales existentes.



Fuente: Elaboración propia con datos observados en la investigación

El chocolate importado que tiene mayor presencia en ambos canales de ventas, son elaborados por grandes fabricantes, entre los que destacan Hershey's food, Kraft food, Nestlé y Mars. Estos distribuyen marcas de chocolate reconocidas (Hershey's, Snickers, m&m, Milk way etc.), cuyas composiciones consisten en mezclas de frutas secas recubiertas de chocolates o mezclas con leche, en diversas presentaciones. Además de los chocolates los distribuidores comercializan otros productos que se obtienen a partir del cacao (manteca de cacao, polvo de cacao) a las pequeñas y medianas empresas del sector de pastelerías.

El segundo grupo de chocolates que se comercializa en Nicaragua tiene baja presencia en los canales de venta y es producido por la industria artesanal local. Estos chocolates por lo general son de color oscuro y con poco brillo, están compuestos de cacao y azúcar, además contienen una mayor concentración de

cacao y sus empaques son poco atractivos. Algunos fabricantes denominan sus productos con el nombre de chocolates orgánicos, debido a que son elaborados con cacao de alta calidad y generalmente la semilla del cacao proviene de sistemas de producción orgánica.

Chocolates “El castillo del chocolate”

Fue la primera fábrica de chocolate artesanal que se estableció en Nicaragua, esta se fundó en el año 2001 con el nombre “El Castillo del Chocolate”. El producto que fabrican es semi industrial y el chocolate oscuro que ellos elaboran se distingue por no utilizar ningún tipo de endulzante en su fórmula. El castillo del chocolate se encuentra ubicado en el departamento de Matagalpa. (Gonzales, V. *Un chocolate hecho en Nicaragua. El castillo del cacao*. Enlace (94) Recuperado el 27 de abril del 2016 de <http://www.enlace.sisma.org.ni/articulo/1210>).

Chocolates “Momotombo”

En el año 2005, inició operaciones la fábrica “Chocolates Momotombo” la cual realiza un proceso artesanal para la elaboración de sus productos, están ubicados en Managua. (*El Nuevo Diario*. (2012, 5 de octubre) *Chocolate nica no toma forma ni sabor*. Recuperado el 27 de abril de 2016 de <http://www.elnuevodiario.com.ni/.../265608-chocolate>).

Chocolates “Mussy”

Por su parte, en el año 2010 inició sus operaciones la fábrica de chocolates Mussy, que pertenece a la cooperativa “La Campesina” ubicada en Matagalpa. Esta fábrica se instaló mediante programas de cooperación impulsados por ACICAFOC (Asociación Centroamericana Campesina de Agroforestería) con fondos del banco mundial. (Baca Castellón L. 2012. 16 de noviembre *Ambicioso Mussy*. *La Prensa* Recuperado el 27 de abril de 2016 de <http://www.laprensa.com.ni/.../124026-economia>)

2.1.2 Importación de Chocolate

En Nicaragua las transacciones históricas de importación de chocolates están registradas bajo las normas de codificación conocidas como “número SAC” (Sistema Arancelario Centroamericano), para el caso del cacao la partida está bajo el número 1801.

Tabla 3. Clasificación arancelaria del cacao y sus derivados.

Código arancelario	Descripción del producto
1801	Cacao en grano, entero o partido, crudo o tostado
180631	Chocolates rellenos
180632	Chocolates sin rellenar
180690	Los demás chocolates

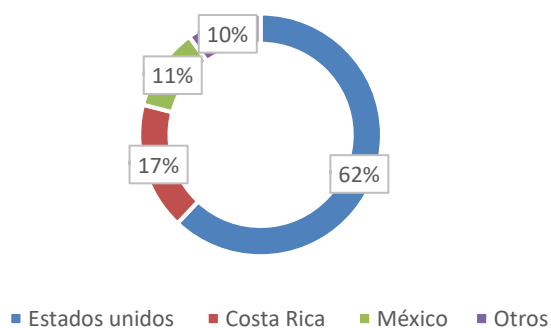
Fuente: Centro de tramites de exportación CETREX

Los principales países de los cuales Nicaragua importa los productos de chocolates con la codificación SAC 180631 y 180632 son Estados Unidos, Costa Rica y México

En el año 2015 se registró un aumento de la cantidad importada de estos productos del 25% en relación al año anterior.

Figura 2. Países de los cuales Nicaragua importa chocolates.

Porcentajes de participación por país



Fuente: Elaboración propia con datos analizados en la investigación.

La Industria global de chocolates utiliza alrededor del 90% de la producción mundial de cacao, consiguiendo de esta manera el tercer puesto de los productos agrícolas con mayor valor transable después del café y el azúcar. Cabe mencionar que la demanda mundial de chocolate sobrepasa la oferta.

Según un estudio de la cadena de valor del chocolate, realizado por la Organización Internacional del Cacao y el Chocolate (ICCO, 2010), los principales productos vendidos en canal minoristas son:

Tabla 4. Productos de chocolate vendidos según el empaque.

Porcentajes de productos vendidos	
Countline	27%
Tabletas	23%
En cajas	20%
Bolsa selfline	15%
De temporada	11%
Con juguetes	4%

Fuente: ICCO

La proporción de ingredientes de cacao varía en cada uno de estos productos, comprendiendo desde un bajo porcentaje hasta más de la mitad en algunos casos. Las preferencias por el producto varía según el país, algunos clientes prefieren las presentaciones en caja, otros consumidores prefieren los llamados Countline (paquetes con producto idéntico que los minoristas venden al consumidor individualmente).

El restante 10% de la producción mundial de cacao, es utilizado en la elaboración de esencias para alimento, bebidas y cantidades limitadas para cosméticos y algunos productos alimenticios que contienen cacao (distintos de chocolate), como: polvo de cacao para repostería, mezclas de cacao para calentar, helados, cereales para desayuno y otros alimentos empaquetados.

Tabla 5. Importación y exportación de Chocolates en Nicaragua.

Año	Chocolates sin rellenar SAC 180632 (Kg)		Chocolates rellenos SAC 180631 (Kg)	
	Importación	Exportación	Importación	Exportación
2005	100,747		198,857	107
2006	194,280		219,754	
2007	72,344	2,477	323,451	
2008	61,309	215	339,990	1097
2009	128,493	77	241,738	
2010	191,261	20	201,906	
2011	265,479		299,445	511
2012	233,963	499	254,099	1,499
2013	336,842	707	332,009	780
2014	279,160	117	375,262	4,964
2015	450,533	97	364,399	434

Fuente: Elaboración propia con datos de Trade map.

Es importante aclarar, que las exportaciones de productos con esta clasificación, se realizan bajo el canal de minoristas, de forma directa, por lo cual, la cantidad exportada es registrada únicamente por la DGA.

2.1.3 Pronóstico de la Demanda de Chocolate

Los datos encontrados acerca de la importación de chocolate en barra con y sin relleno, cumplen con la determinación de una serie de tiempo la que según *Hillier y Liberman, (1991)*, puede observarse como la representación de los resultados de la variable aleatoria de interés a lo largo de un periodo fijo, a intervalos igualmente espaciados; en este estudio el intervalo es un año.

Debido a que el comportamiento de los datos de importación de los productos chocolate relleno y sin relleno tienen una tendencia creciente en el tiempo, esto sugiere que se puede ajustar a un modelo lineal que tiene fluctuaciones aleatorias y una pendiente b , según *Hillier y Liberman, (1991)*. El modelo se puede representar de la forma $(Y = a + bx)$, dado que la relación existente entre las dos variables Chocolate relleno y sin relleno (SAC 180631, SAC180632) presentan una nube de datos dispersos más o menos lineales.

Para calcular el Pronóstico de la importación de chocolates, se utilizara la relación funcional existente, entre el volumen importado en toneladas métricas (TM) y el tiempo.

Tabla 6. Importación en toneladas métricas de chocolate.

Tiempo	Importación En (TM)
2005	299,60
2006	414,03
2007	395,80
2008	401,30
2009	370,23
2010	393,17
2011	564,92
2012	488,06
2013	668,85
2014	654,42
2015	814,93

Fuente: Elaboración propia con datos de trademap

El análisis de una serie de tiempo según *Chase, Jacobs y Aquilano (2009)*, es anticipar la demanda futura con datos relacionados de la demanda anterior, al aplicar la técnica de pronóstico de regresión lineal, se presume que los datos

previos y las proyecciones a futuro caen sobre una recta. Sabiendo que la “mejor recta ajustada” se obtiene utilizando el Método de mínimos cuadrados

Figura 3. Solución grafica de la regresión.



Fuente: Elaboración propia Solución de Microsoft Excel

Función lineal

$$Y = 42,96x + 239,09$$

$$R^2 = 0,805$$

Función Logarítmica

$$Y = 287,63e^{0,0838x}$$

$$R^2 = 0,829$$

Función exponencial

$$Y = 277,2x^{0,3394}$$

$$R^2 = 0,6855$$

Función Polinómica

$$Y = 5,1047x^2 - 18,296x + 371,81$$

$$R^2 = 0,8936$$

Para un valor dado de “x” el valor correspondiente de “ \hat{y} ” es el pronóstico,

La mejor solución que se ajusta a los datos: es la ecuación Polinómica, por ello se toma como base para el cálculo de la cantidad de toneladas a producir.

$$Y = 5,1047 X^2 - 18,296X + 371,81 \quad ; \text{ Con un } R^2 = 0.8936;$$

Tabla 7. Pronóstico para 5 años.

Valores de X	Valores de Y	Años
13	966.65	2016
14	1,116.18	2017
15	1,245.92	2018
16	1,385.87	2019
17	1,536.03	2020
Promedio	1,256.14	

Fuente: evaluación de ecuación Polinómica (anexos, tabulación completa).

Al evaluar la función se calculó una demanda de: 1,256.14 toneladas de chocolate en promedio anual para los próximos 5 años a partir del año en curso. Según *Kotler (1989)*, el fabricante puede elegir del total de la demanda una porción de esta, que puede comprender lo que se conoce como *el mercado servido* (llamado también mercado meta) que para un producto nuevo se estima un 5%, por lo tanto, se deberá generar una producción futura de: 62.807 toneladas anualmente equivalentes a 62,807 kg de chocolate.

Capítulo 3: Diseño de la Planta

3.1 Calculo de la Tasa de Planta o Tiempo de Proceso

Para poder alcanzar la producción deseada determinada mediante el pronóstico es necesario que la planta procesadora produzca una cantidad constante en cada una de las estaciones de manufactura.

$$Tasa\ de\ planta(R) = \frac{Produccion\ deseada}{tiempo\ del\ proceso}$$

Para calcular la producción diaria que se requiere para cumplir con una meta anual de 62,807 kg se debe considerar los días hábiles de trabajo. Para nuestro estudio, se determinó que de los 365 días del año, se consideran hábiles 294, entonces la

Producción que se requiere por día sería: 213.62 kg de chocolate. Esta cantidad se debe de procesar diariamente para alcanzar la meta.

Para calcular el tiempo de proceso por día, se resta del tiempo de la jornada el tiempo de refrigerio y almuerzo por ser horas no hábiles de trabajo. Según Meyer (2006), cuando se trata de un proceso de fabricación nuevo la eficiencia es del 75% el primer año.

Tiempo jornada en minutos: 480min

Tiempos de descanso : - 45min

Tiempo de proceso : 435 min

Tiempo efectivo (75%) : 326.25 minutos

Según Becket (2009), en el proceso de fabricación del chocolate existe una merma por desperdicio del producto en la operación de descascarillado, que por lo general es del 12%. Esta merma se debe incluir en la cantidad de materia prima para que la cantidad producida sea la deseada.

Tasa de desperdicio (*I*):

$$\text{materia prima bruta} = \text{produccion requerida} / 1 - \% \text{ desperdicio}$$

$$I = \frac{213.62 \text{ kg}}{0.88} = 242.75 \text{ kg}$$

Ahora podemos calcular la tasa de planta "R"

$$R = \frac{242.75 \text{ kg}}{326.25 \text{ min}} = 0.7440 \text{ kg/min}$$

Si calculamos el inverso, encontramos que se necesita una fracción igual a 1.3439 min/ kg, este tiempo estándar, es el que la línea de producción debe utilizar para producir un kilogramo de chocolate, y poder alcanzar la meta propuesta de 62,807 kilogramos al año.

3.2 Proceso de Fabricación del Chocolate

“El proceso inicia en la extracción de las habas de la mazorca que produce el árbol las cuales están incluidas en la pulpa” (Becket, 2009)

Se separa la cubierta exterior y se deja fermentar las habas, en este proceso se desarrollan ciertos compuestos químicos que son los responsables del sabor del chocolate que se producirá. Posteriormente se desecan las habas y debe de haber un control eficiente para no generar mohos, los cuales transmiten un sabor desagradable.

Dentro del proceso de generación del chocolate se tiene que tener condiciones adecuadas de transporte para trasladar las habas desde el lugar de cultivo al de fabricación, aunque al llegar a este se limpian las habas de cualquier material extraño como piedras, trozos de madera, hilos, metales y otros contaminantes.

Limpieza de los granos de cacao: los granos de cacao se limpian para eliminar impurezas. Las impurezas pueden generar desgastes de las maquinarias en procesamientos posteriores. Un conjunto de tamices vibratorios elimina las partículas grandes y las pequeñas, luego un flujo de aire se encarga de separar las partículas de baja densidad de las semillas de cacao. La eliminación del polvo y la arena es importante por su naturaleza abrasiva rápidamente desgastaría las maquinarias.

Descascarillado: la extracción adecuada de la cascara es un requisito previo para la elaboración de un producto de calidad. La cascara por ser muy fibrosa es un material muy duro. Idealmente, se debe retirar enteramente, para lo cual se realiza un proceso de calentamiento de la superficie del grano para que la cascara se separe con mayor facilidad. El calentamiento se puede hacer mediante tostadores continuos de aire o secadores infrarrojos.

Tostado: esta es la operación que se lleva a cabo mediante tostadores específicos a una temperatura de 95° C a 110° C. Durante este proceso los granos sufren una deshidratación del 2% al 7% de su humedad. A partir del contenido de humedad natural junto con el calentamiento de los granos se promueven un conjunto de

reacciones químicas, en las que intervienen los compuestos precursores formados durante la fermentación y el secado, que dan origen al sabor y el aroma del chocolate.

Molienda: los granos de cacao pasan a través de molinos obteniéndose el licor de cacao o pasta de cacao que tiene una presentación líquida debido a la liberación de la manteca de este. Esta pasta o licor también se utiliza para elaborar el chocolate.

Prensado: la masa o licor de cacao pasa luego a prensas hidráulicas; en esta etapa se separa la masa de la pasta o licor de cacao hasta el porcentaje deseado y el residuo que se forma es lo que constituye la torta de cacao. Para producir la torta con diversas proporciones de grasa, el fabricante controla la cantidad de manteca que se extrae al licor. La torta se pulveriza para formar el polvo de cacao que es muy utilizado en la elaboración de reposterías.

Elaboración del chocolate: El licor de cacao se mezcla con manteca de cacao, azúcar, leche y agentes emulsionantes. Las proporciones de estos ingredientes varían según el chocolate que se pretenda fabricar. La mezcla se somete a un proceso de refinación y luego pasa a un proceso de amasado.

Conchado: El sabor de un trozo de chocolate depende de que un conjunto de procesos se lleven a cabo correctamente. El conchado es el último de estos y brinda como resultado al fabricante la obtención del sabor deseado en el producto. Este proceso, sin embargo, no puede corregir errores de procesos anteriores, por ejemplo, sabores desagradables debido a humo o moho obtenido por un secado deficiente.

La masa de chocolate, aun cuando los granos de cacao han sido secados, fermentados y tostados correctamente tiene un sabor muy ácido. La función del conchado es eliminar este sabor ácido y conservar los sabores deseables. Durante el conchado el chocolate se convierte en una pasta fluida que tiene sabor intenso, armonioso y de larga duración.

Atemperado: El proceso de templado asegura que la manteca de cacao pueda cristalizar en la forma estable. El proceso inicia a temperatura ambiente y se eleva hasta alcanzar fusión a 50°C, en este punto los cristales de distintos tipos de grasas son fundidos dentro de la mezcla para después reducir su temperatura y conseguir la cristalización de la grasa a una temperatura de 27°C, en este punto la grasa es inestable. Consigue estabilizarse a 32°C mediante la fusión uniforme de los cristales de grasa inestables. Estas temperaturas pueden variar según el tipo de chocolate o la receta que se utilice.

Moldeado: Es el proceso donde el chocolate es puesto en moldes para dar la forma deseada para el producto final, este proceso ayuda con el brillo de la superficie del producto acabado.

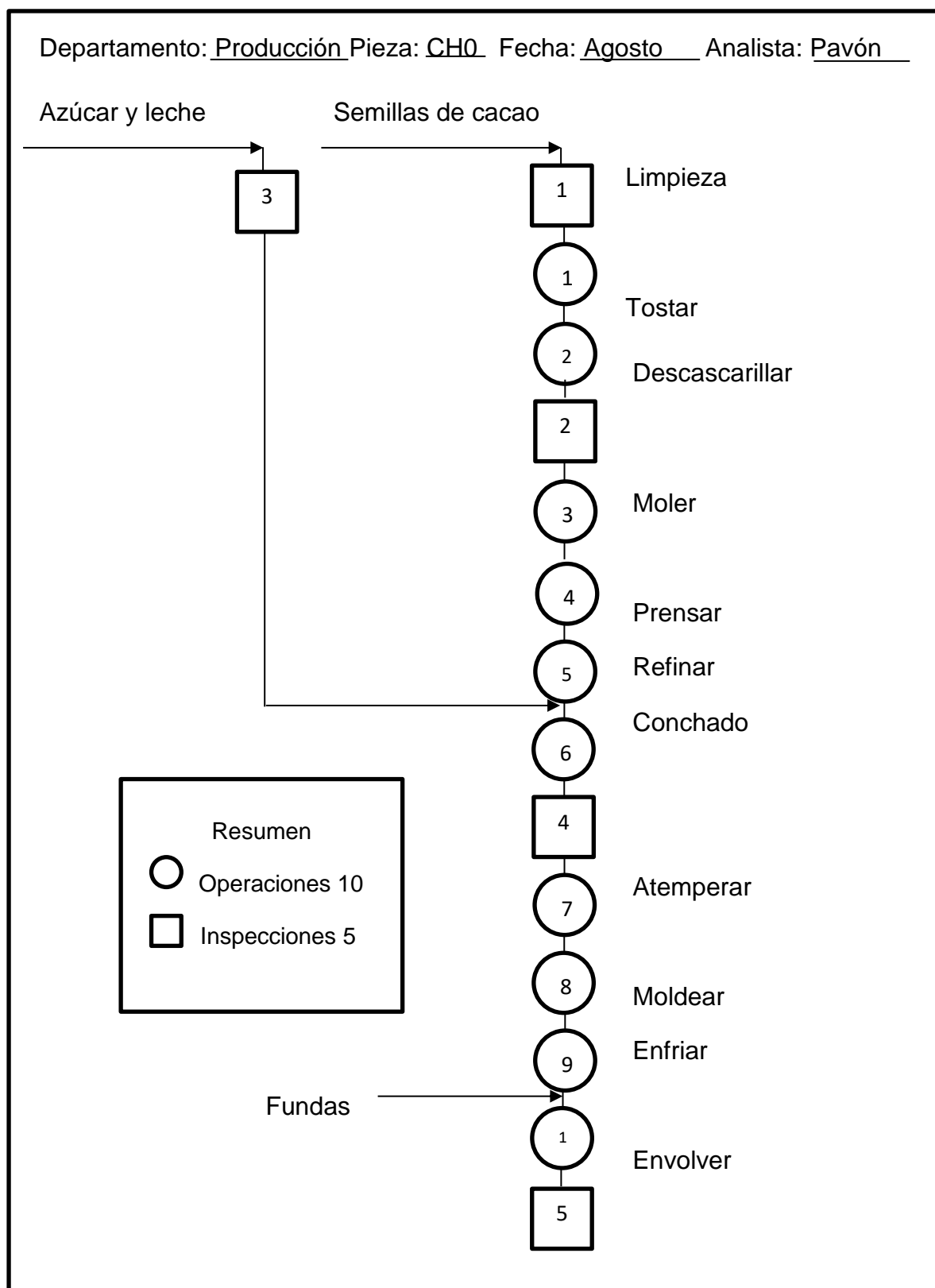
Las estaciones fijas de moldeo, están previstas de moldes unidos a transportadores de movimiento continuo, por lo general cadenas, y son adecuadas para grandes volúmenes de producción; según *Becket (2009)*, su capacidad puede llegar a 10 toneladas por hora cuando se produce chocolate sólido. Las líneas fijas del molde están dispuestas generalmente de forma vertical, con el trayecto de vuelta desde el desmolde hacia el calentador de moldes por encima o por debajo para minimizar el espacio.

Enfriamiento y empaque: el enfriamiento se da mediante un túnel de refrigeración y es una operación necesaria cuando se trata de grandes volúmenes de producción debido a que se requiere el empaque inmediato del producto. Según *Becket (2009)*, la línea de moldeo es apta para instalar un circuito o línea de transporte que pase por el túnel de enfriamiento y que termine en la máquina para la envoltura o empaque del producto.

3.2.1 Diagrama de la Operación

El diagrama de operaciones según *García (1998)*, “es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y el orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales.

Figura 4. Diagrama de proceso de operación.



Fuente: Diagrama de operaciones. Elaboración propia con datos de la investigación.

En resumen las operaciones para la fabricación de chocolate son diez y las inspecciones son cinco.

La primera inspección verifica que los granos de cacao están libres de impurezas.

La segunda inspección verifica que la cascarilla ha sido eliminada por completo.

La tercera inspección verifica la porción de los ingredientes que se utilizarán en la mezcla.

La cuarta inspección se realiza para confirmar el sabor deseado del producto.

La quinta inspección confirma que las envolturas individuales y el empaque en las cajas están adecuadas para el almacenaje o su distribución.

3.2.2 Cálculo del Número de Maquinas

Según *Meyer, (2006)*, para calcular el tiempo estándar de una operación durante la etapa de planeación, se utilizan los PTSS (Estándar de tiempo predeterminados) debido a que sólo se dispone de información muy general y el tecnólogo debe visualizar lo que se necesita en cuanto a herramientas, equipos y métodos de trabajo.

Para el cálculo del tiempo estándar de la operación en cada una de las estaciones de manufactura para el presente diseño, partiremos de que todos los puestos de trabajo cuentan con una máquina, que tiene una capacidad de producción diseñada por el fabricante y que cumple su función en un ciclo de tiempo definido. Por otro lado el operario realiza la labor de cargar la materia prima que entra de la estación anterior y posteriormente descarga la materia prima, después de realizar la operación que corresponde.

A partir de las operaciones se puede determinar los tipos de máquinas que tengan la capacidad de procesar 242.75 kg por jornada.

Para calcular el número de máquinas necesario para cada operación, utilizaremos el tiempo de proceso de operación de la máquina dividido entre el tiempo de proceso de la línea de producción o tasa de planta.

$$\begin{aligned}\text{Número de máquina Limpiadora} &= (60 \text{ min}/1000\text{kg})/ 1.3439\text{min/kg} \\ &= 0.04 \text{ maquinas}\end{aligned}$$

Tabla 8. Cálculo del número de máquinas.

Operación	Maquinaria o Equipo	Capacidad productiva Kg / Hora	Horas para procesar 242.75 kg	Número de máquinas
Limpiar	NA1	1000	0.24 h	0.04
Tostar	TD25	150	1.61 h	0.29
Descascarillar	DES-100	140	1.73 h	0.31
Moler	INOX-1	150	1.61 h	0.29
Prensar	DTC-KPR-50	150	1.61 h	0.29
Refinar	MOLROD500	200	1.21 h	0.22
Conchar	MZH-50	100	2.42 h	0.44
Atemperar	CW-40	90	2.69 h	0.49
Moldear	M1278	30	8.09 h	1.48
Enfriar	M1850T4	30	8.09 h	1.48
Empacar	ZP-100	30	8.09 h	1.48
			37.44 h	

Fuente: Elaboración propia. Datos de catálogo de Maquinaria para cacao.

El número de máquinas en las últimas tres operaciones (moldeo, enfriado y empaque), deberán ser dos, para que la línea este balanceada y para las otras estaciones una.

Utilizando el tiempo que requiere cada maquinaria en su respectiva operación, se puede calcular el número de obreros que se necesitan para llevar a cabo el proceso, sin embargo primero se debe asignar el valor de eficiencia del proceso en la planta, con la condición que la maquina puede trabajar con su capacidad de diseño, pero el obrero está en el proceso de aprendizaje del método.

El tiempo requerido para el proceso, considerando una eficiencia del 75% es:

$$\text{tiempo requerido} = 37.44h/0.75 = 49.92 h$$

$$\text{Obreros requeridos para operar las maquinas} = 49.92 h/5.4375h = 9,18$$

Con una jornada de trabajo de 8 horas y una eficiencia del 75% se requieren para operar las maquinas 10 obreros.

Capítulo 4: Localización de las Instalaciones

4.1 Características Territoriales de Nicaragua

El éxito de una buena localización depende de una selección acertada entre un número infinito de opciones. Siempre existen factores cuantificables y la selección se simplifica porque podemos decidir cuál es la más rentable o cual genera menos costo. El problema se vuelve complejo al buscar una opción que llene todas las expectativas del proyecto al incluir en la mejor ubicación todos aquellos factores que no se pueden cuantificar y que únicamente son factores subjetivos, pero que por su grado de importancia con la ubicación de la fábrica no se pueden desconocer.

Por ejemplo, en el caso de Nicaragua al ser considerado un país altamente vulnerable ante desastres naturales como huracanes, inundaciones por lluvia, terremotos y explosiones de gases volcánicos, es complejo decidir cuáles de todos estos factores son mayores o menores generadores de riesgo para la ubicación de una fábrica y al tratar de evaluarlos combinados con factores sociales como educación y seguridad ciudadana generan incertidumbre. Esta situación propicia utilizar el método de los cuatro pasos de Brown y Gibson, que ayuda a evaluar tanto factores objetivos como subjetivos asignando un valor de ponderación según el nivel de importancia del factor y determina para una situación específica mediante un análisis, cual opción tiene mejor calificación entre las alternativas optativas viables.

Nicaragua se encuentra ubicada en el istmo centroamericano y limita al Norte con Honduras, al Este con el Mar Caribe, al Sur con Costa Rica y al Oeste con el Océano Pacífico; es el país de mayor extensión territorial de Centro América con 130,688 Kilómetros cuadrados; se divide en 15 departamentos y dos regiones

autónomas, áreas que a la vez comprenden 153 municipios. (Instituto nicaragüense de estudios territoriales [INETER], 2010)

Nicaragua se establece en tres grandes regiones geográficas con características propias que a continuación se detallan:

La región del Pacífico: formado por tierras bajas y fértiles y un clima caluroso; sus ciudades más importantes son Managua, León y Granada.

La región Central: esta se caracteriza por tener altas montañas y valles, con tierras fértiles y temperatura menores a las del pacífico; en esta área se cultiva fundamentalmente el café que se produce en Nicaragua. Las ciudades más importantes de la región son Estelí, y Matagalpa

La producción de cacao en Nicaragua está concentrada en la región central, principalmente en Matagalpa, específicamente en la zona de Rancho Grande, Waslala, la cual es la zona cacaotera del país, sin embargo existen otras zonas que están desarrollándose en el sector primario del cacao.

La región del Caribe: es la región menos poblada y de difícil acceso, en esta se concentra más de la mitad del territorio nacional y se identifica por altas temperaturas y lluvias frecuentes por lo que está cubierta por bosques tropicales, sus ciudades más importantes son Bluefields y Puerto Cabezas.

La infraestructura vial de Nicaragua consiste en 22,000 kilómetros de carretera, que conectan las principales cabeceras departamentales, presentando dificultad de acceso en periodos lluviosos, las que conectan al Caribe con el resto del país. (Ministerio de transporte e infraestructura [MTI], 2010).

4.2 Características Demográficas de Nicaragua

Según los datos del Banco Central de Nicaragua, se ha alcanzado una población de 6.2 millones de habitantes y se tiene una tasa de crecimiento poblacional del 1.6%, promedio anual. ([BCN], 2015).

El último censo poblacional en el año 2005, reflejó que el 54% de la población se concentra en la Región del pacífico, seguida de la región central con 32 % y el Caribe el 14%. (Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos [INEC], 2005).

A nivel departamental se destaca la capital Managua, por tener 1,3 millones de habitantes casi un cuarto de la población total de Nicaragua.

Las alternativas de ubicación que se proponen son tres:

Alternativa A. Ubicar las instalaciones en la zona de la capital por tener la mayor densidad poblacional. (Managua)

Alternativa B. Ubicar las instalaciones de la fábrica próxima a la zona productiva donde se obtendrá la materia prima. (Boaco)

Alternativa C. Ubicar la instalación próxima a la frontera sur. (Rivas)

Para aplicar el método de Brown y Gibson para la localización de plantas industriales, primero se debe de calcular el valor relativo de cada función objetiva FO_i de cada alternativa viable.

4.3 Costo de la Materia Prima de las Alternativas A, B y C.

La materia prima, cacao tiene variedad de precio. El precio está determinado por la calidad de la semilla y el tipo de secado que esta tuvo (fermentado o sin fermentar). Una característica que en la actualidad genera un valor superior a los granos de cacao es la trazabilidad que se refiere al origen de la semilla, esta tiene mayor valor si durante el proceso agrícola de producción no se utilizó fertilizantes químicos. (MAGFOR, 2013).

Costo del kilogramo; A=C\$67.49, B=C\$56.34 y C=C\$85.80

4.4 Costo del Agua Potable para las Alternativas: A, B Y C.

El costo del agua potable para la pequeña industria en Nicaragua, se calcula basada en la clasificación (T 03) como tarifa generadora de subsidio, y tiene un valor de C\$23.50 córdobas por metro cúbico en Managua y C\$27.77 para todos los departamentos en la misma categoría.

4.5 Costo de la Energía Eléctrica de las Alternativas: A, B y C.

El costo de la energía eléctrica para la pequeña industria en Nicaragua, según la reglamentación vigente del Instituto de Nicaragüense de Energía (INE) es calculada con un cargo fijo de comercialización (C\$136.48 /mes), un cargo fijo por uso de redes (C\$250.32/mes), un cargo fijo por alumbrado público y el costo del kw/h según la clasificación de la potencia asignada. Al realizar los cálculos el valor es: C\$ 6.958 KW/ h.

4.6 Aplicación del Método de Brown y Gibson para Localización de Plantas.

El primer paso es asignar valor relativo para cada función optativa viable, donde Mano de Obra= (MO), Materia Prima= (MP), Agua potable= (Ap), Energía Eléctrica= (E) y el costo de la función objetiva (C_i)

Tabla 9. Costo de las funciones objetivas (C_i)

Costos unitarios en Córdobas (C\$)						
	(MO) C\$/h	(MP) C\$/kg	(Ap) C\$/m³	(E) C\$/kw	(C_i)	$\frac{1}{C_i}$
A	23.32	67.49	23.50	6.95	121.27	0.0082
B	23.32	56.34	25.77	6.95	112.39	0.0089
C	23.32	85.80	25.77	6.95	141.85	0.0070
						0.0241

Fuente: Aplicación del método de Brown y Gibson. Elaboración propia

Los factores Objetivos de calificación son:

$$FO_A = 0.0082/0.0241 = 0.3408$$

$$FO_B = 0.0089/0.0241 = 0.3678$$

$$FO_C = 0.0070/0.0241 = 0.2914$$

El cálculo de la ponderación de las funciones subjetivas W_j nos permite ordenarlas según el nivel de importancia de cada factor.

Los factores subjetivos a considerar son: seguridad ciudadana, educación y vulnerabilidad ante factores de riesgo o amenazas naturales.

La educación: es un factor subjetivo de carácter muy relevante para los obreros en una fábrica. Según los estudios del Instituto de Estrategia y Políticas Públicas [IEPP], el nivel de aprendizaje y comprensión de una operación está directamente relacionada al grado de conocimiento que las personas puedan tener. Un nivel mínimo de educación se traduce a un bajo nivel de productividad dentro de una empresa y aumenta la posibilidad de un accidente laboral.

El factor seguridad ciudadana: es importante porque la criminalidad, es un tema cotidiano en Nicaragua. Los niveles violencia y robo según el IEPP están relacionados a la pobreza, baja escolaridad y otros factores intrínsecos a las personas. Cualquiera que sea la ubicación de una fábrica estará expuesta a un medio que puede ser seguro o inseguro.

El factor vulnerabilidad ante amenazas naturales: Para ubicar las instalaciones de la fábrica es muy importante porque Nicaragua se encuentra entre los 15 países del mundo con amenazas naturales múltiples. En el Pacífico, los asentamientos humanos que concentran la mayor cantidad de población se encuentran muy próximos a volcanes, a las costas con amenazas de tsunamis, próximos a zonas inundables o como sucede en la capital, la ciudad se asienta sobre diversas fallas sísmicas. (Center for Hazard and Risk Research, 2005)

Tabla 10. Orden de la ponderación subjetiva W_j

Factor	Calculo de ponderación subjetiva W_j				W_j
	Alt A	Alt B	Alt C		
Educación		1	1	2	0.4
Seguridad		1		1	0.2
Vulnerabilidad	1	1		2	0.4
				5	

Fuente: Elaboración propia. Método de Brown y Gibson

Según el resultado de la ponderación los factores Educación y Vulnerabilidad tienen igual nivel de importancia.

Continuando la aplicación del método de Brown y Gibson, corresponde ubicar los factores en orden y hacer comparaciones pareadas para cada localización.

Tabla 11. Comparaciones pareadas de las funciones subjetivas.

FS_i Alt.	Vulnerabilidad					Educación					Seguridad ciudadana				
	Comparación pareada			Σ	R_1	Comparación pareadas			Σ	R_2	Comparación pareada			Σ	R_3
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
A	1	1	0	2	0.4	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0.5
B	1	1	1	3	0.6	1	1	1	3	0.75	0	0	1	1	0.25
C	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.25	1	0	0	1	0.25
				5	1				4					4	

Fuente: Elaboración propia. Método de Brown y Gibson

De las comparaciones pareadas obtuvimos R_1, R_2, R_3

Según el procedimiento se debe combinar los valores W_j de las funciones Objetivas FO_i , con los valores R_j de las funciones FS_j , mediante la ecuación:

$$FS_I = W_1 * R_1 + W_2 * R_2 + W_3 * R_3$$

$$FS_A = (0.4)(0.4) + (0.4)(0) + (0.2)(0.5) = 0.26$$

$$FS_B = (0.4)(0.6) + (0.4)(0.75) + (0.2)(0.25) = 0.59$$

$$FS_C = (0.4)(0) + (0.4)(0.25) + (0.2)(0.25) = 0.15$$

Con los resultados obtenidos según el método se procede a calcular la medida de preferencia de localización (MPL)

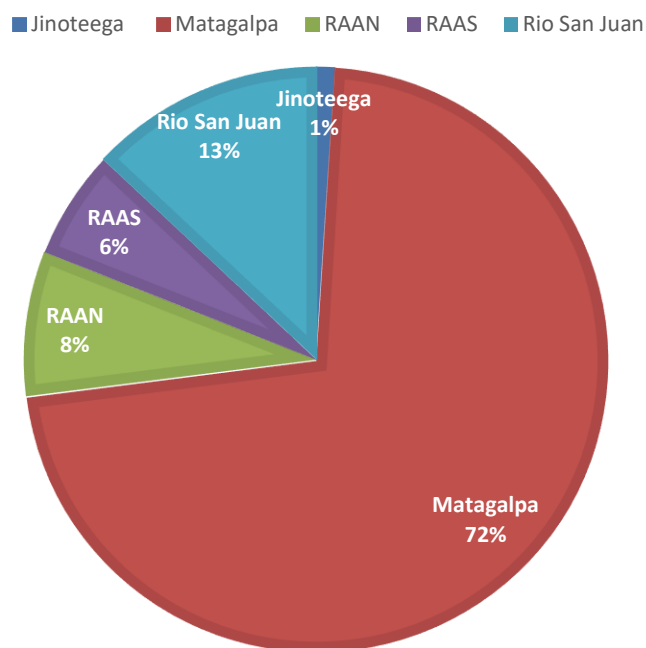
4.7 Disponibilidad de la Materia Prima “Cacao” en Nicaragua

El Cacao es autóctono de Nicaragua, sin embargo es a partir del año 2000 según datos del MAGFOR, se ha incrementado la producción de este cultivo, pasando de 500 toneladas métricas en el año 2005 a 3,000 toneladas métricas en el 2010.

Según los datos del MIFIC, el año 2012 se produjo 4000 toneladas métricas, de las cuales el 50% de la producción se exportó, la otra mitad se utilizó para el consumo nacional. Este incremento se dio por el crecimiento de la producción de cacao orgánico en Nicaragua, incentivado por los sobrepuestos y la demanda que este producto tiene en los mercados internacionales. La superficie total de áreas sembradas se estima en 24,522 hectáreas, de las cuales el 78% (19,038ha) están certificadas como orgánicas y el 22% se encuentra en trámite.

En el año 2015 se reportó una producción de 5,000 toneladas métricas de las cuales, se continúa exportando en promedio el 50%, y se trata de buscar nuevos mercados para el cacao nicaragüense (El Nuevo Diario, 06/04/2016)

Figura 6. Porcentaje de producción de cacao por departamento en Nicaragua.



Fuente: Elaboración propia. Datos del MAGFOR

4.8 Disponibilidad de la Materia Prima “Azúcar” en Nicaragua

En el año 1892 se fundó el primer Ingenio azucarero que se denominó “San Antonio”. La exportación comenzó en los primeros treinta años, ya en el año 1920 Nicaragua exportaba unos 170 mil quintales a Europa y Centro América.

En la actualidad Nicaragua cuenta con cuatro ingenios azucareros, los cuales son: Monte Rosa, Monte Limar, Benjamín Zeledón y San Antonio. Según la Comisión Nacional de Productores de Azúcar (CNPA), unos 800 productores individuales cultivan caña para azúcar y venden su producción a los ingenios.

Según la (CNPA), de la cantidad de azúcar producida se dejan unos 6.2 millones de quintales para el consumo nacional y cincuenta días de seguridad, el resto se exporta.

Tabla 12. Resumen Estadístico de la Producción de Azúcar en Nicaragua.

Productores de caña	El 68% del cultivo de caña es realizado por los ingenios, el restante 32% pertenece a unos 800 productores individuales.
Áreas establecidas de Caña para azúcar	104,000 manzanas en el año 2013-2014
Producción Anual	Paso de 15.6 millones de quintales en la zafra 2012-2013 a 17 millones de quintales en la zafra 2013-2014
Productividad	Paso de 211 lbs/tonelada de caña en el 2012 ha 220 lbs/toneladas de caña en el 2014
Calidad	La calidad es refinada, cumple con los estándares internacionales.

Fuente: Elaboración propia con datos de (CNPA)

Según la información sobre la producción nacional de azúcar. Existe suficiente capacidad para suplir de materia prima “Azúcar” el proceso de fabricación de Chocolates.

Capítulo 5: Costos de Producción

5.1 Costo de la Materia Prima

Para determinar el costo de una barra de chocolate elaborada en la planta diseñada con las características determinadas mediante la presente investigación, según *Polimeni (1989)*, primero debemos clasificar los componentes que corresponden a materia prima, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación.

La materia prima para la fabricación de chocolate se compone de cacao, azúcar, leche en polvo, fundas de plástico metalizado para los empaques individuales y cajas de cartón para el embalaje del producto. La proporción de chocolates rellenos y chocolates sin relleno que se fabricará depende del valor porcentual de las importaciones de los mismos productos 57.65% y 42.35%

Producción anual de chocolate relleno: 36208.24 kg

15% Grasa seca de leche	5431.24 kg
55% Azúcar	19914.53 kg
30% Cacao	10862.47 kg

Producción de chocolate sin relleno: 26598.76 kg

30% Azúcar	7979.73 kg
70% Cacao	18619.14 kg

Tabla 13. Costo anual de materias primas.

Materia prima	Consumo anual	Costo unitario	Costo total
Cacao	29481.61 kg	C\$47.34	C\$1,395,659.22
Azúcar	27894.16 kg	C\$17.77	C\$495,679.20
Grasa seca de leche	5431.24 kg	C\$218.88	C\$1188,765.98
Cajas de cartón	14540 u	C\$5.00	C\$72,700.00
Fundas metalizadas	419 rollos	C\$600.00	C\$251,400.00
		Total	C\$3,404,204.40

Fuente: precios de mifíc

Para empaques y envolturas se utilizarán cajas de cartón con capacidad de almacenar 4.32 kg. Equivalente a 144 barras de 30 gramos y para las fundas individuales plástico metalizado.

5.2 Costo de Mano de Obra Directa

Para encontrar el costo de la mano de obra directa, se considera que el costo de mano obra para la industria de manufactura en Nicaragua es fijo en cualquier parte del país, esto se encuentra establecido en el artículo 85 de ley 185 (Código del trabajo), que dicta que el salario mínimo es establecido por la Comisión Nacional de Salario Mínimo.

Al salario mínimo lo multiplicamos por los 12 meses del año y el número de obreros más el porcentaje del 18,25% correspondiente al seguro social patronal y sumamos el treceavo mes de aguinaldo

$$\begin{aligned} \text{Costo de mano de obra anual} &= \left(\frac{\text{C\$4,478.00 salario}}{\text{obrero}} \right) \left(\frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \right) (10 \text{ obreros}) = \\ &\text{C\$537,360.00 Salario} + \text{C\$98,068.20 INSS} + \text{C\$44,780.00 aguinaldo} = \\ &\text{C\$680,208.20 costo anual} \end{aligned}$$

5.3 Costos Indirectos de Fabricación

En los costos indirectos de fabricación se acumulan todos los costos que no están contenidos en la elaboración del producto pero que se incurren para que el proceso de fabricación sea posible. Según *Polimeni (1989)*, se consideran costos indirectos a la mano de obra indirecta, personal de mantenimiento, supervisión, vigilancia, costo de energía eléctrica, costo de agua potable, depreciación de maquinarias y los gastos del departamento de ventas. Cada concepto puede ser calificado como costo indirecto de fabricación fijo, costo indirecto de fabricación variable o costos indirectos de fabricación mixtos.

Tabla 14. Costos indirectos de fabricación.

Costo anual de mano de obra indirecta	C\$306,880.00
Energía eléctrica	C\$264,943.45
Agua	C\$19,126.80
Combustible	C\$72,000.00
Servicios generales de la fabrica	C\$92,260.00
Depreciación del equipo de la fabrica	C\$180,180.00
Gastos de venta	C\$329,500.00
	C\$1,264,890.25

Fuente: Datos de INE, ENACAL, anexos tabla 30, 31, 32,33

Otro costo indirecto de fabricación, es la materia prima indirecta. Para el presente estudio comprende las cajas de cartón y las fundas metalizadas descritas anteriormente y que se determinó la cantidad requerida en la tabla 34 de anexos.

Los salarios administrativos, arrendamiento de oficina, depreciación de equipos de oficina, no se consideran elementos de costos de un producto. Por lo general aparecen como deducciones de la utilidad bruta en el estado de resultados bajo el encabezamiento “gastos generales y administrativos”

Tabla 15. Costo del producto chocolate.

	Materia prima	Mano de obra directa	Costos indirectos	Costo de producción
Cacao	C\$1,395,659.22			C\$1,395,659.22
Azúcar	C\$495,679.20			C\$495,679.20
Grasa de leche	C\$1188,822.76			C\$1,188,765.98
Cajas de cartón	C\$72,700.00			C\$72,700.00
Fundas pead	C\$251,400.00			C\$251,400.00
Operarios		C\$680,608.20		C\$680,608.20
Mano de obra indirecta			C\$306,880.00	C\$306,880.00
Energía eléctrica			C\$308,483.91	C\$308,483.91
Agua			C\$19,126.8	C\$19,126.8
Combustible			C\$72,000.00	C\$72,000.00
Servicios generales			C\$92,260.00	C\$92,260.00
Depreciación			C\$180,180.00	C\$180,180.00
Gastos de venta			C\$329500.00	C\$329500.00
	C\$3,404,204.40	C\$680,608.20	C\$1,308430,71	C\$5,393,243.31

Fuente: Datos de la investigación ver anexos tablas 30, 31, 32,33

Para la presentación para el producto. Se consideró la investigación de la ICCO, sobre preferencia de consumo según empaque del producto. Esta determino que el chocolate que más se comercializa es el Countline.

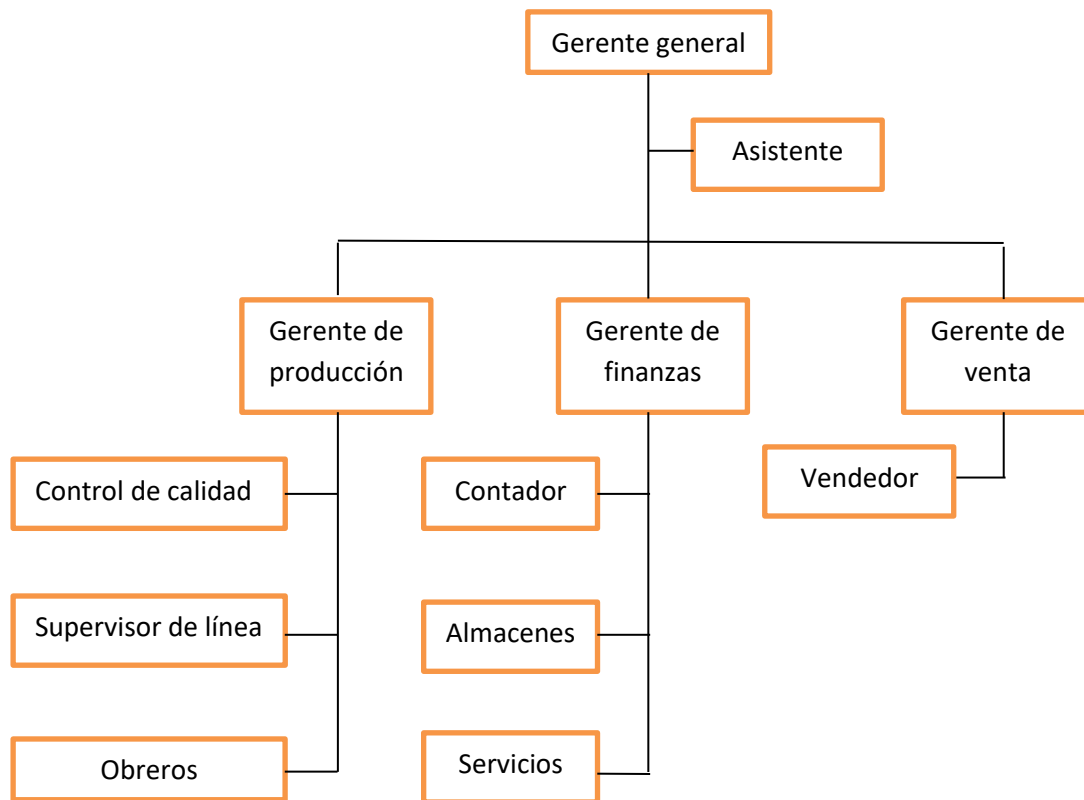
La cantidad de producto terminado que se espera fabricar el primer año de operación es 2.093,567 tabletas de chocolate con un peso de 30 gramos contenidas en 14,539 cajas de cartón con un costo de fabricación de C\$2,57 (Dos córdobas con 57/100 ctvs.) por tableta de chocolate.

Capítulo 6: Distribución de la Planta

6.1 Espacios Requeridos para Área Administrativa y Manufactura

Para determinar la cantidad de espacios para oficinas administrativas y otras áreas utilizaremos la estructura organizacional propuesta para una compañía manufacturera de chocolate. Según *Polimeni (1989)*, la gerencia efectiva de una fábrica requiere una estructura cuidadosamente definida.

Figura 7. Organigrama de la fábrica de chocolates.



Fuente: Propuesta de organigrama

Según la propuesta organizativa anterior se puede determinar los puestos de trabajo para el área administrativa y producción así también el espacio para las oficinas y el área de producción. Según *Meyer (2006)*, estas áreas se pueden calcular aplicando el método de los 200 pies cuadrados para oficinas y para el espacio de las estaciones de manufactura se deben incluir espacio para sanitarios, armarios, cafetería, recepción, pasillos y cualquier cosa que requiera espacio.

El plano resultante de una estación de manufactura presenta la vista superior de esta. Debe incluir: El equipo los materiales y el espacio para el operador.

6.2 Estación de Manufactura: Limpieza

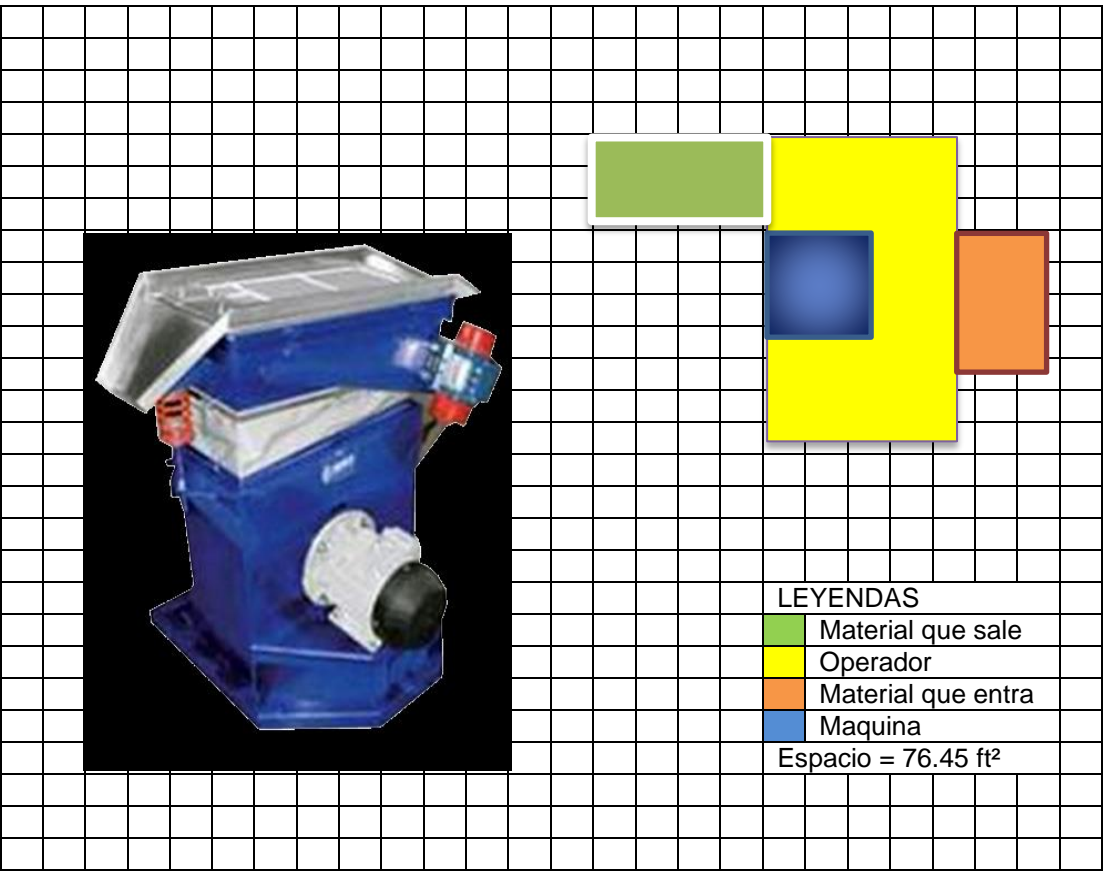
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 51.56 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 8.89 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 8. Distribución de la estación de limpieza.



Fuente: Imagen catálogo de maquinaria para cacao.

6.3 Estación de Manufactura: Torrefacción

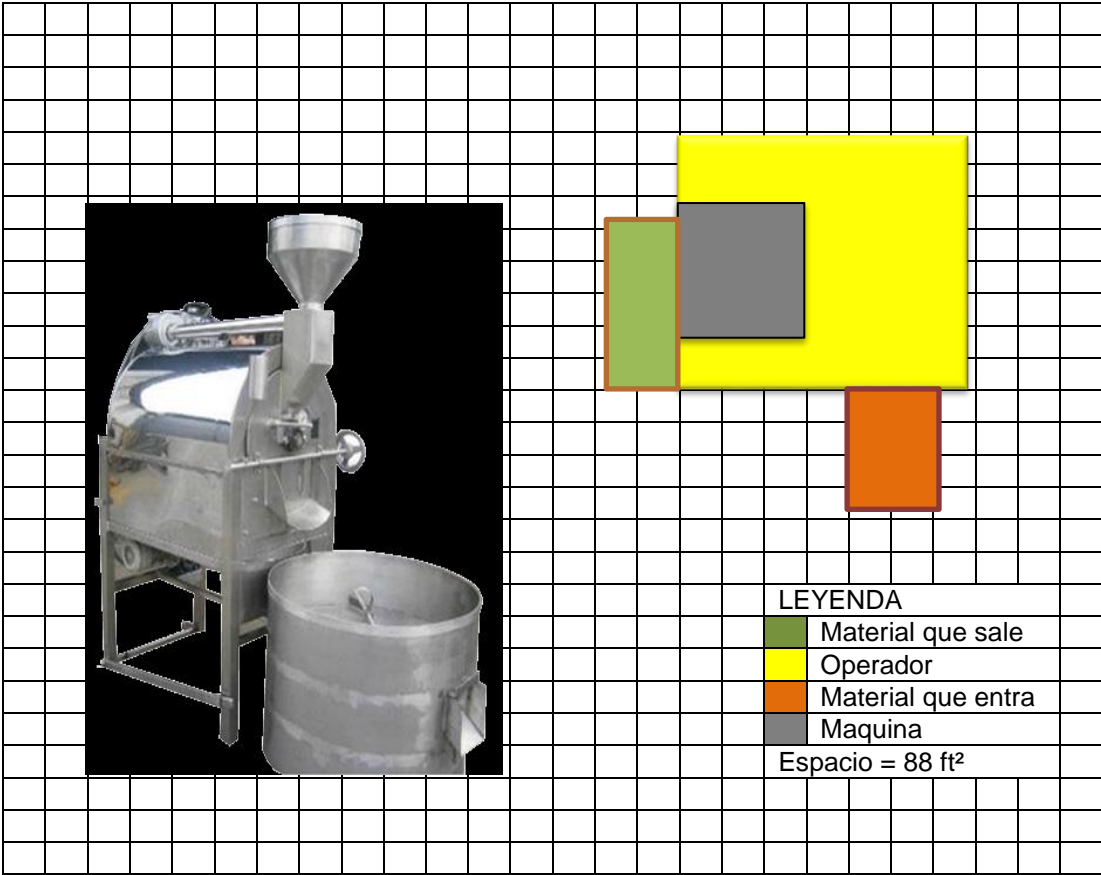
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 60 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 12 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 9. Distribución de la estación de torrefacción.



Fuente: Imagen catálogo de maquinaria para cacao.

6.4 Estación de Manufactura: Descascarillado

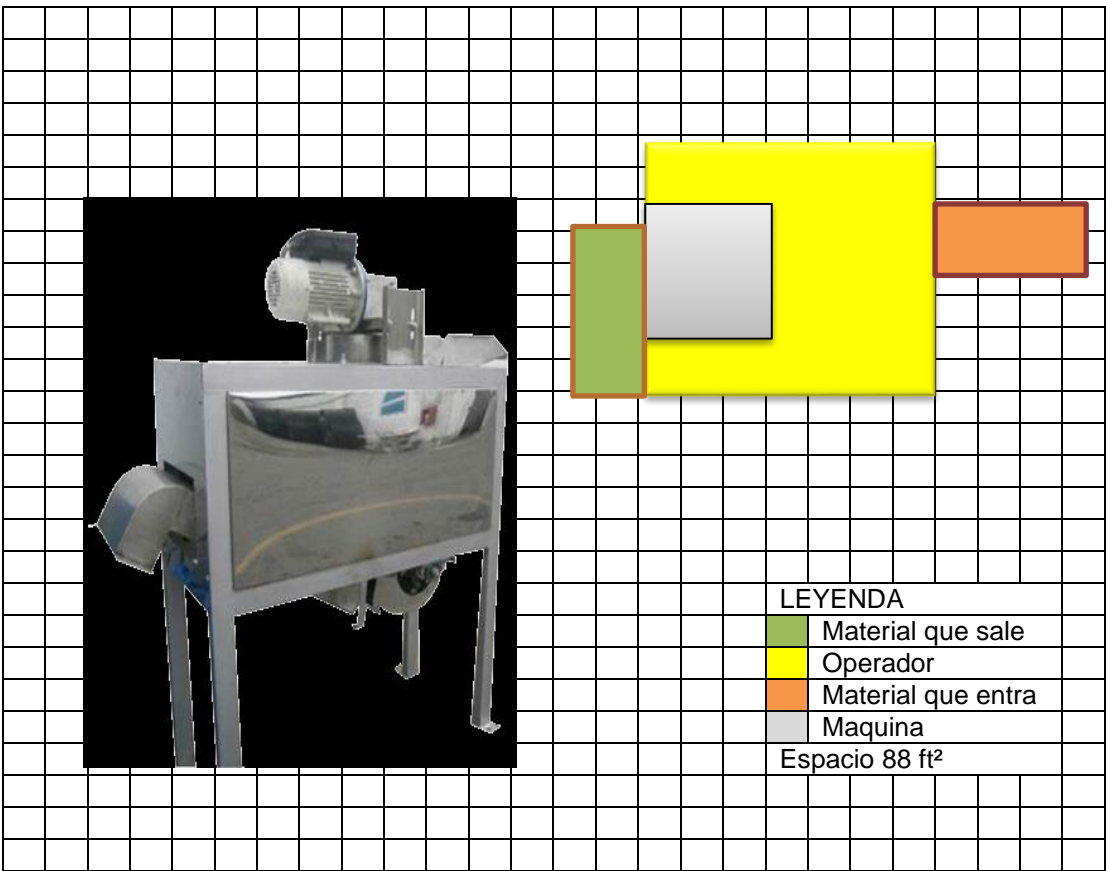
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 60 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 12 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 10. Distribución de la estación de descascarillado.



Fuente: Imagen catálogo de maquinaria para cacao.

6.5 Estación de Manufactura: Molino

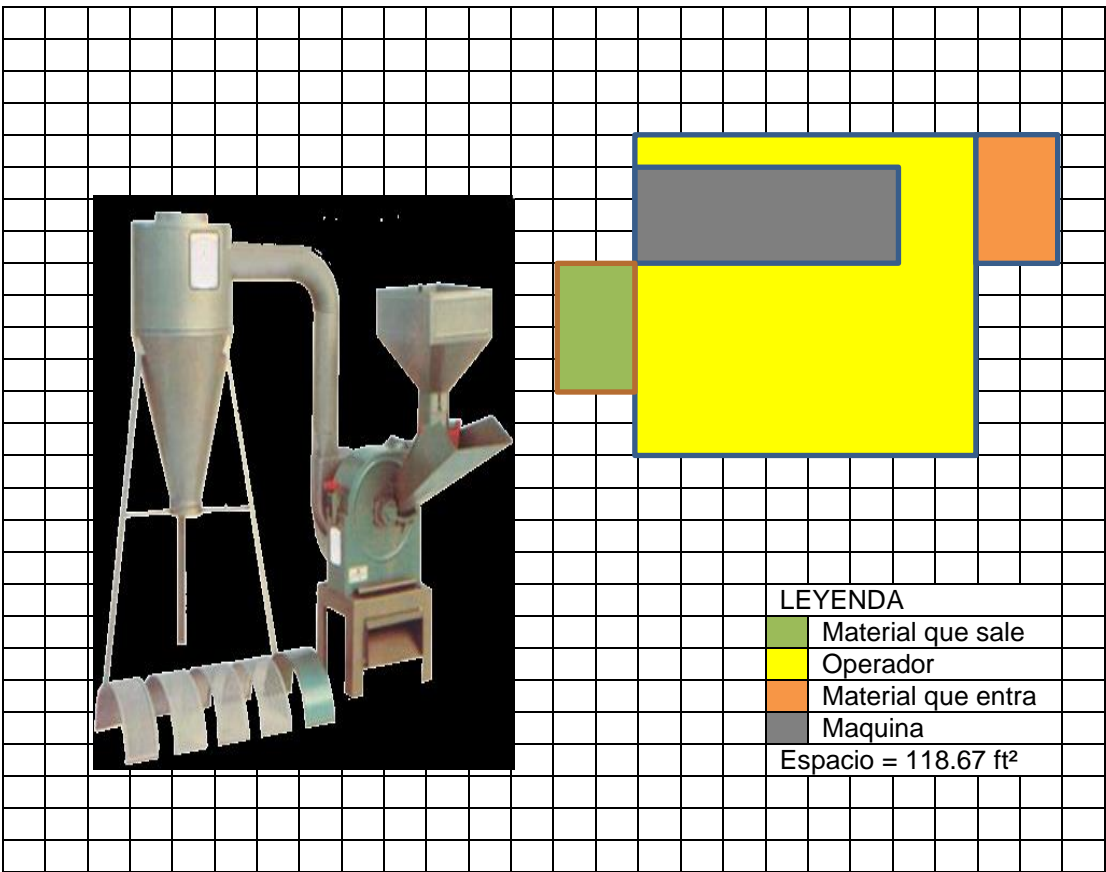
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 82.67 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 20 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 11. Distribución de la estación de molino.



Fuente: Imagen catálogo de maquinaria para cacao.

6.6 Estación de Manufactura: Prensado

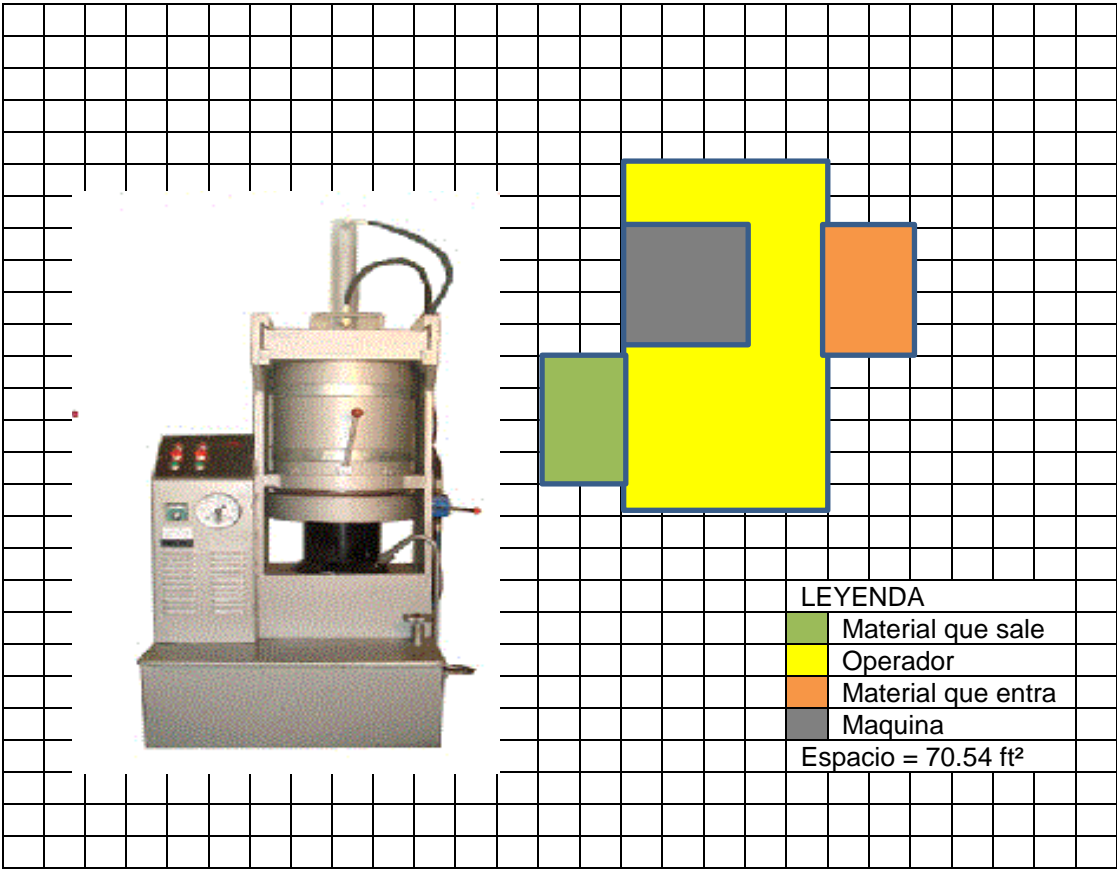
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 47.04 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 7.54 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 12. Distribución de la estación de prensado.



Fuente: Imagen catálogo de maquinaria para cacao.

6.7 Estación de Manufactura: Formulación

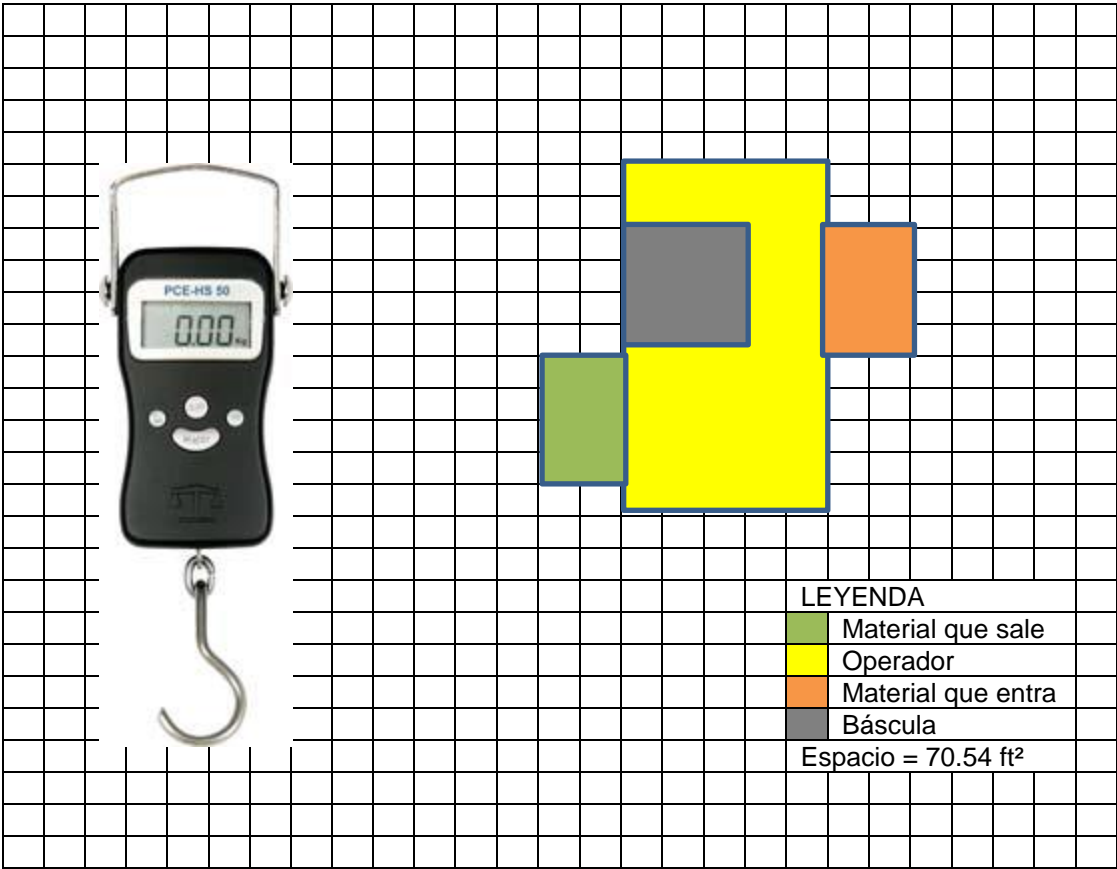
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 47.04 pies cuadrados.

Espacio para la mesa de trabajo: 8 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 13. Distribución de la estación de formulación.



Fuente: Imagen catálogo de balanzas.

6.8 Estación de Manufactura: Refinado

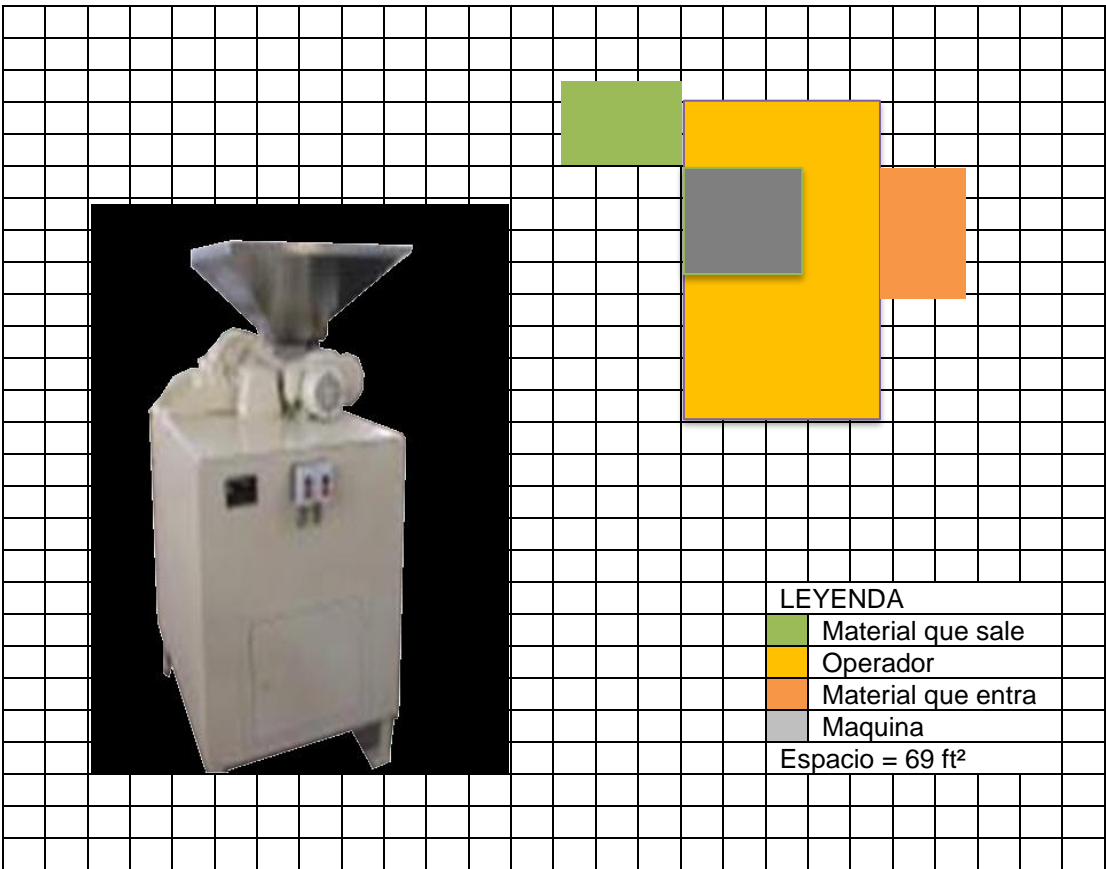
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 45.92 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 7.08 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 14. Distribución de la estación de refinado.



Fuente: Imagen catálogo de maquinaria para cacao

6.9 Estación de Manufactura: Conchado

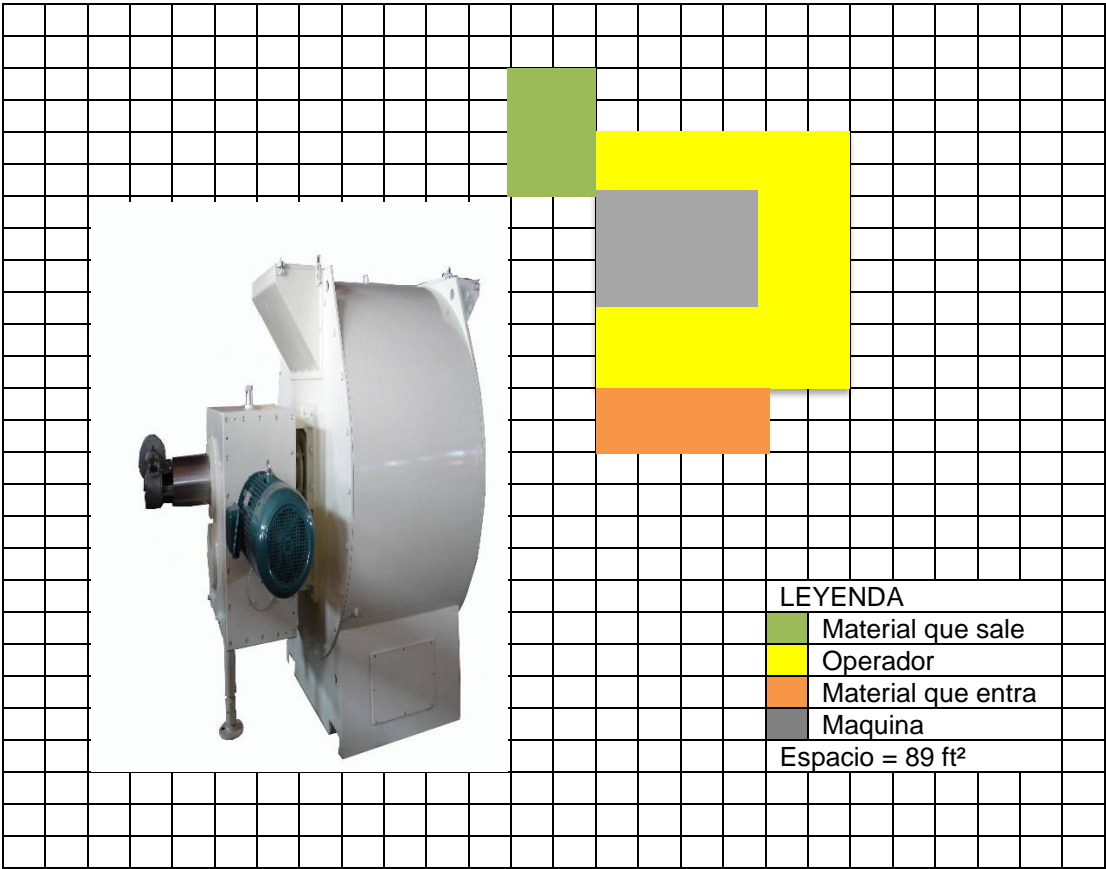
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 59.58 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 13.42 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 15. Distribución de la estación de Conchado.



Fuente: imagen. <http://szjyspjx.en>

6.10 Estación de Manufactura: Atemperado

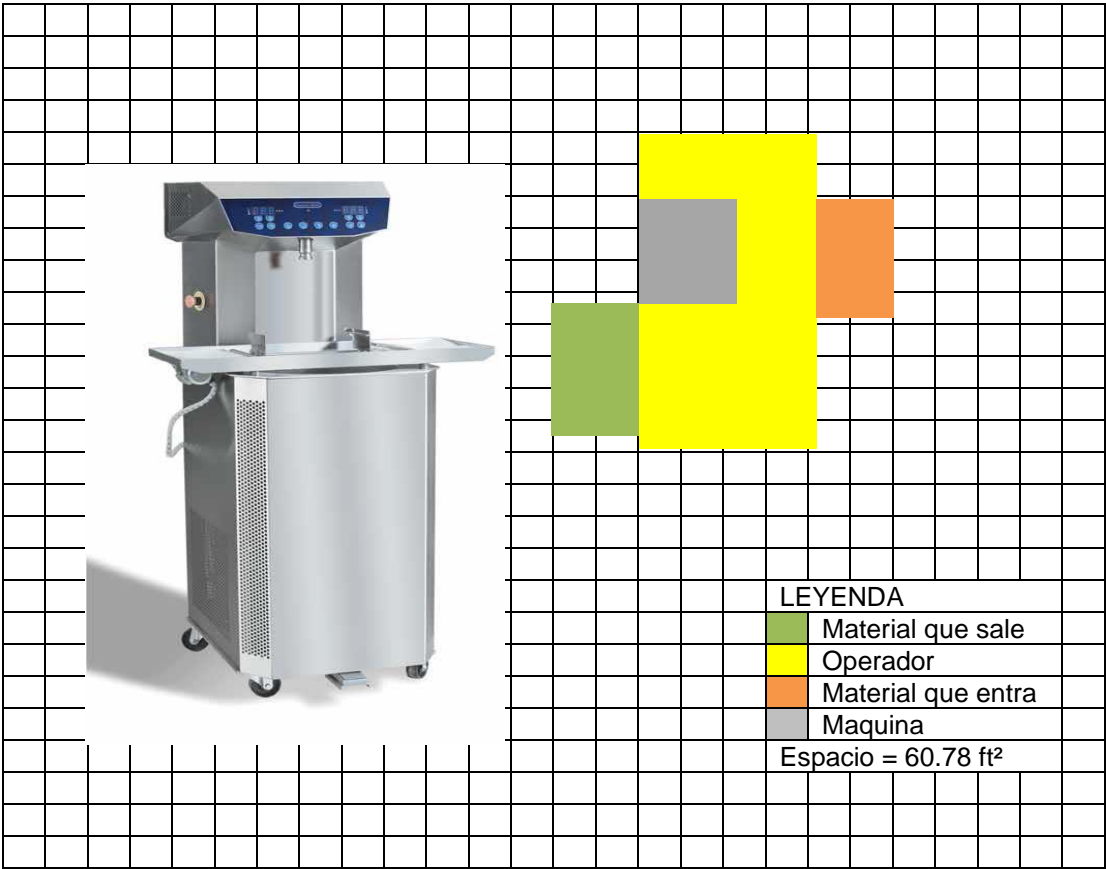
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 40.08 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 4.70 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 16. Distribución de la estación de atemperado.



Fuente: imagen catalogo 2 de maquinaria para chocolate.

6.11 Estación de Manufactura: Moldeo

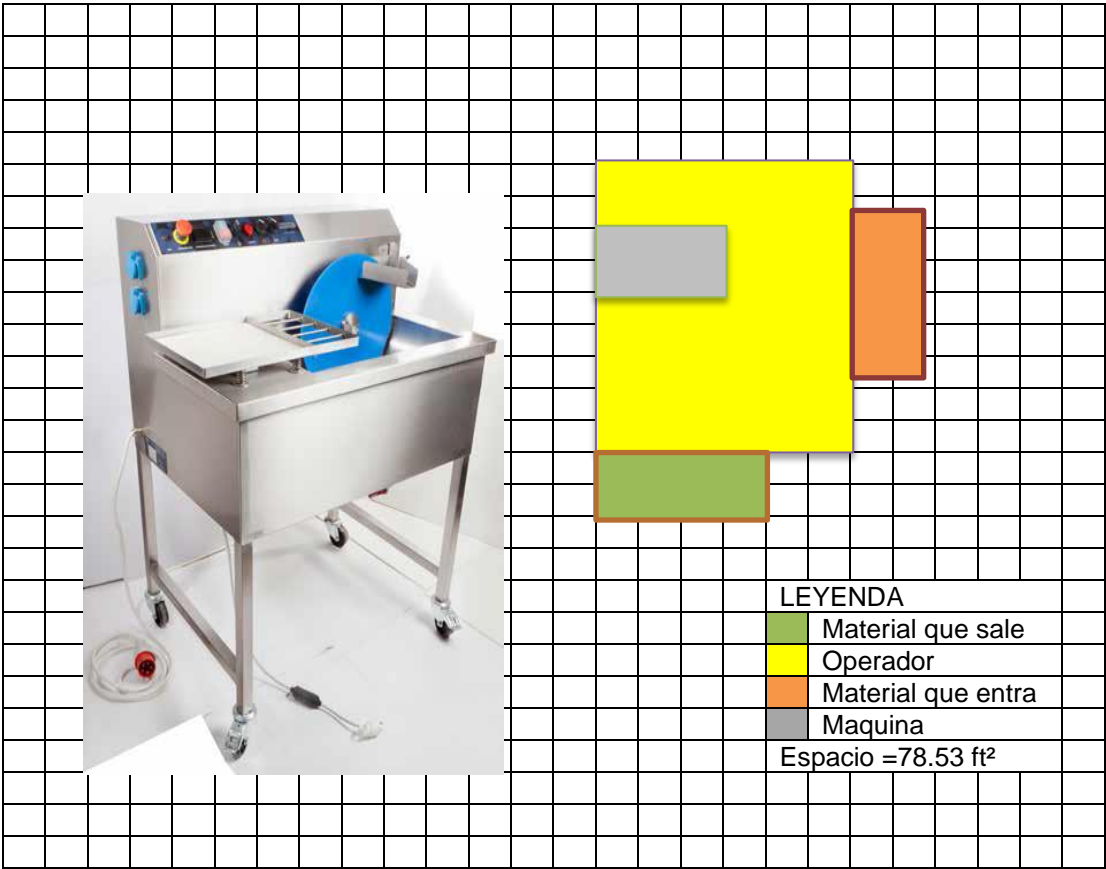
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 54.08 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 8.45 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrado.

Figura 17. Distribución de la estación de moldeo.



Fuente: imagen catalogo 2 de maquinaria para chocolate.

6.12 Estación de Manufactura: Enfriamiento

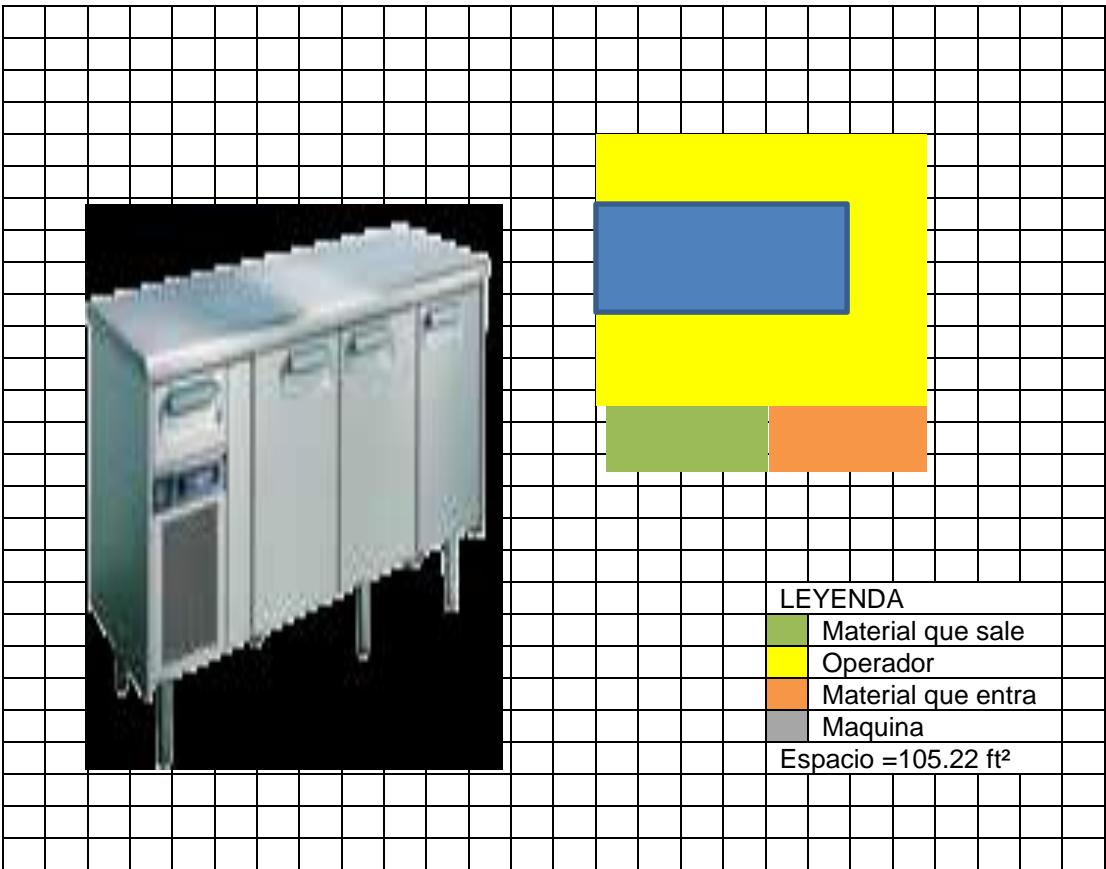
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 74.11 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 15.11 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrado.

Figura 18. Distribución de la estación de enfriamiento.



Fuente: imagen catalogo 2 de maquinaria para chocolate.

6.13 Estación de Manufactura: Envoltura

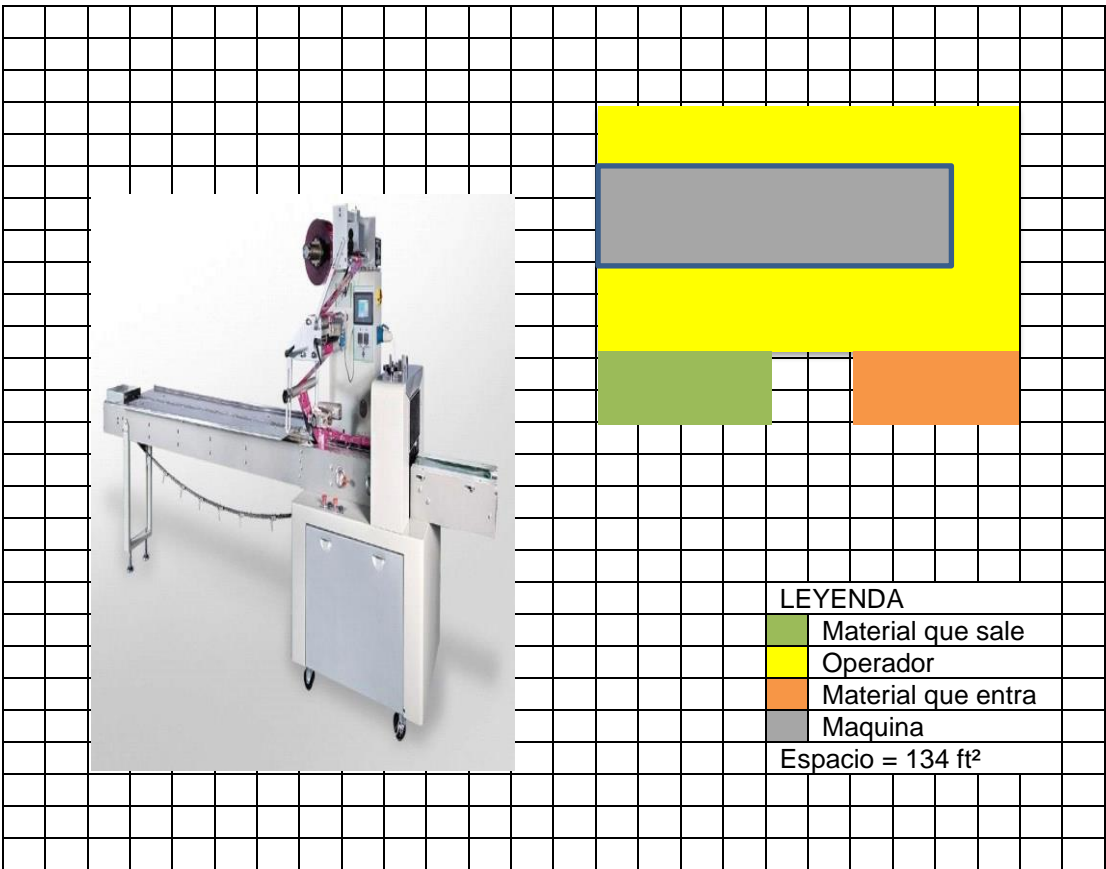
Espacio para el material de entrada: 8 pies cuadrados.

Espacio para el operador: 96.67 pies cuadrados.

Espacio para la máquina: 21.33 pies cuadrados.

Espacio para el material de salida: 8 pies cuadrados.

Figura 19. Distribución de la estación de envoltura.



Fuente: Imagen flow pack ficha técnica

6.14 Distribución del Espacio para las Estaciones: Por Producto

Para la distribución o ubicación física de las estaciones de manufactura se escogió este método por la razón que la fábrica producirá un mismo producto de forma continua y repetitiva.

Si consideramos la continuidad de las operaciones, la distribución de espacio se simplifica a determinar una estación de manufactura a continuación de la otra. Esto quiere decir que las maquinas se sitúan una junto a otra a lo largo de una línea en la secuencia que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra, a medida que sobrelleva las operaciones necesarias. El flujo de trabajo puede adaptarse a una forma para reducir el espacio.

Tabla 16. Requerimiento de espacio para la línea de manufactura.

Nombre de la máquina	Operación	Maquina	Espacio requerido
DESPEDREGADORA	Limpieza	NA1	77 pies cuadrados
TOSTADORA	Tostado	TD25	90 pies cuadrados
DESCASCARILLADORA	Descascarillar	DES-100	90 pies cuadrados
MOLINO	Moler	INOX-1	120 pies cuadrados
PRENSA HIDRAULICA	Prensado	DTC-50	71 pies cuadrados
BALANZA	Formulación	PCE-HS50	71 pies cuadrados
MOLINO REFINADO	Refinado	ROD-500	70 pies cuadrados
CONCHADOR	Conchado	MZH-50	90 pies cuadrados
TEMPLADORA	Templar	CW-40	61 pies cuadrados
MOLDEADORA	Moldear	M-1278	80 pies cuadrados
MESA ENFRIAMIENTO	Enfriar	M-1297	106 pies cuadrados
EMPACADORA	Envolver	ZP-100	135 pies cuadrados

Fuente: Catálogo de maquinaria para cacao

6.15 Requerimiento de Espacio para las Oficinas

Al revisar el organigrama propuesto para la fábrica de chocolates el número de empleados en oficinas es 10. Esta cantidad de personas por 200 pies cuadrados por cada una de ellas, es igual a 2000 pies cuadrados.

Para la asignación de espacio de las oficinas, según *Meyer (2006)*, se aplica la relación 1:2 dividiendo el área entre dos y sacándole la raíz cuadrada para determinar un rectángulo.

$$\text{Tamaño de oficinas} = \sqrt{2000/2} = 31.62$$

Este valor encontrado se redondea para que tenga múltiplos y facilite la distribución, quedando la medida de: 35 x 70 pies, que al multiplicarse redondea el espacio a 2,450 pies cuadrados, valor que incluye los espacios para pasillos.

Los pasillos longitudinales deben de tener cinco pies de ancho por cada carril, y los transversales tendrán cuatro pies.

Para el diseño de la bodega de materias primas se garantiza una capacidad de suministro de un mes, considerando el espacio requerido para este volumen de materias primas, de igual forma se calcula el espacio para los productos terminados.

Tabla 17. Espacio para oficina requerido según el puesto de trabajo.

Número de personas	Puesto	Pies cuadrados
1	Gerente general	300
1	Asistente	75
1	Gerente de producción	100
1	Gerente financiero	100
1	Gerente de ventas	100
1	Control de calidad	100
1	Supervisor de línea	100
1	Contador	75
1	Almacenes	100
1	Vendedor	100

Fuente: Técnica del nivel de organización y asignación de espacio según el cargo.

Tabla 18. Total de la inversión para la Instalación de la fábrica.

Activos fijos			
Maquinarias	Cantidad	Costo unitario	Total
Despedregado	1	\$1500.00	\$1500.00
Tostadora	1	\$3,600.00	\$3600.00
Descascarillado	1	\$1,800.00	\$1800.00
Molino	1	\$1,200.00	\$1200.00
Prensa hidráulica	1	\$1,200.00	\$1200.00
Balanza	1	\$100.00	\$100.00
Molino refinado	1	\$2,800.00	\$2800.00
Conchado	1	\$2,400.00	\$2400.00
Templadora	1	\$2,800.00	\$2800.00
Moldeadora	2	\$2,800.00	\$5600.00
Mesa de enfriamiento	2	\$2,800.00	\$5600.00
Empacadora	2	\$1,500.00	\$3000.00
Sillas para escritorios	12	\$100.00	\$1,200.00
Escritorios	10	\$150.00	\$1,500.00
Mesa de reuniones	1	\$450.00	\$450.00
Computadoras	10	\$455.00	\$4,550.00
Impresoras	1	\$240.00	\$240.00
Vehículo	1	\$26,500.00	\$26,500.00
Teléfonos	10	\$30.00	\$300.00
Aditamento de operario	10	\$100.00	\$1,000.00
Terreno 1400 V ²	1	\$7,003.25	\$7,003.25
Edificio 784 m ²	1	\$156,800.00	\$156,800.00
Total en dólares			\$231,643.25
Total en córdobas			C\$6,694,489.93

Conclusiones

Se ha determinado la demanda de chocolate a nivel nacional, y el porcentaje de este producto que se puede llegar a satisfacer con una fábrica local.

La investigación determinó porcentualmente la tasa de crecimiento que el cultivo de cacao ha experimentado en la última década así mismo el aumento del consumo de producto que contienen chocolate en el mercado nacional.

El diseño del proceso productivo del cacao para la fabricación de chocolate, describe la aplicación social de generar una importante cantidad de puestos de trabajo.

Los costos que se calcularon para la fabricación del producto resultan ser relativamente bajos, dejando la posibilidad al fabricante de competir con un buen precio de introducción y además obtener una alta rentabilidad del producto al fijar el precio de venta para el consumidor final.

El plano de distribución de espacio llamado: anteproyecto, es una representación de una distribución preliminar que para las condiciones de partida resulta ser eficiente.

Recomendaciones

Se recomienda el presente diseño para la instalación de una fábrica de chocolates en el departamento de Boaco (Nicaragua).

Se recomienda la realización de hoja de ruta de las órdenes de trabajo.

Se recomienda realizar el diagrama de recorrido del producto.

Se recomienda realizar el diagrama de flujo del proceso.

Se recomienda realizar el análisis Hombre-Máquina.

Se recomienda realizar la evaluación económica de la inversión.

Referencias Bibliográficas

- Becket S.T. (2009) *Industrial Chocolate Manufacture and use*. (4ª. ed.) U. K: Blackwell publishing Ltd.
- García Criollo, R (1998) *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos* México: McGraw-Hill Diagramáticos Unión, S.A. de C.V.
- García Criollo, R (1998) *Estudio del trabajo: Medición del trabajo* México: McGraw-Hill Diagramáticos Unión, S.A. de C.V.
- Instituto para el Desarrollo y la Democracia (2006) *Cultivo de cacao en sistemas agroforestales*. Recuperado el 20 de febrero de 2016, de www.canacacao.org
- Kotler, Ph. (1989) *Mercadotecnia*; (3ª. ed.) México: Prentice-hall. Hispanoamericana S. A.
- Konz, S. (1991) *Diseño de las Instalaciones Industriales* (2ª. ed.) México: Impresiones editoriales S. A.
- Meyers, F.E. & Stephens M. P. (2006) *Diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. (3ª. ed.) México: Pearson Educación.
- Ministerio de Fomento Industria y Comercio. (2010) *Política de desarrollo industrial de Nicaragua: Propuestas y avances de la implementación*. Recuperado el 20 de febrero de 2016, de: <http://www.mific.gob.ni>
- Ministerio de Fomento Industria y Comercio. (2007) *Leche en polvo Nicaragua*: Recuperado el 20 marzo de 2016 de: <http://www.mific.gob.ni>
- Ministerio Agropecuario y Forestal (2010) *Diagnostico del sector cacao en Nicaragua*. Recuperado el 20 de febrero de 2016, de: <http://www.ruta.org>
- Polimeni, R., Fabozzi, J. F., & Adelberg A. H. (1994) *Contabilidad de costos* (3ª. ed.) Colombia: McGraw-Hill Interamericana S. A.

Lista de los mercados proveedores para un producto importado por Nicaragua
 Producto 18063100000 los demás chocolates, en tabletas o en barras, rellenos.

Tabla 18. Datos de importacion de producto 18063100000

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Mundo	323451	339990	241738	201906	299445	254099	332009	375262	364399
Estados Unidos	137974	142423	128744	112588	137392	184689	228860	273605	209417
México	51225	46239	30013	8093	17945	8847	51574	39854	72666
Turquía	0	0	0	0	41764	0	3550	3196	23768
Costa Rica	10873	12594	10944	19812	29405	27014	14297	11882	23242
Suiza	0	182	188	113	482	1437	829	3924	14499
China	4350	1020	0	56648	64526	12057	19945	11408	9171
Italia	1383	1965	0	0	0	564	2238	2665	2624
Reino Unido	647	0	0	0	0	0	0	45	2408
Polonia	0	0	0	0	108	2380	0	877	1752
Francia	192	193	0	152	501	155	292	55	1652
Bélgica	1780	1557	0	0	15	299	1178	956	1319
Alemania	458	232	305	66	118	0	654	338	884
Países Bajos	0	0	0	0	0	0	0	1423	417
Canadá	8084	649	0	33	1290	526	348	919	346
España	0	0	0	0	887	63	65	477	157
Bulgaria	0	0	0	0	0	0	0	0	44
Perú	0	17758	13769	0	0	0	5780	23625	0
Taipei Chino	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Venezuela	2509	860	0	0	0	0	0	0	0
Chile	94179	104092	53999	0	0	14074	1111	0	0
Colombia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil	6581	567	0	0	0	0	0	0	0
Argentina	2965	9487	3766	1945	2593	1947	1152	0	0
Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guatemala	0	114	0	2372	2384	0	0	0	0
Honduras	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Japón	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuentes: Calculos del CCI basados en estadísticas de Dirección General de Aduanas.

Lista de los mercados proveedores para un producto importado por Nicaragua
 Producto 18063200000 los demás chocolates, en tabletas o en barras, sin rellenar.

Tabla 19. Datos de Importación de producto 18063200000

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Mundo	72344	61309	128493	191261	265479	233983	336842	279160	450533
Costa Rica	34179	1882	29231	51525	71591	52425	78305	125572	170683
Turquía	1582	0	0	33366	53123	52979	18620	41274	126744
Estados Unidos	26896	34455	42064	44370	66192	68031	63587	77426	72845
México	2781	1924	19640	39860	50445	53876	162911	18335	45384
China	0	0	2456	0	0	0	0	4293	15550
Suiza	0	336	0	0	380	242	787	2509	5738
Bélgica	0	0	2376	1568	4742	3945	3989	4264	3564
Chile	0	5373	712	1653	4803	1900	5043	3449	3159
Alemania	0	54	113	122	312	0	0	577	2304
Ecuador	0	0	0	0	0	0	0	0	1177
Italia	472	0	0	0	0	0	0	0	965
Países Bajos	0	0	0	0	0	0	0	159	910
España	0	0	0	0	0	0	456	278	575
Francia	0	0	0	0	0	0	0	0	481
Reino Unido	0	0	0	0	0	0	0	0	356
Antillas Holandesas	0	0	0	0	0	0	0	0	86
Suecia	0	0	0	0	0	537	0	0	0
Guatemala	0	923	21258	18684	13859	0	2800	946	0
El Salvador	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil	6407	4073	0	0	0	0	0	0	0
Canadá	0	335	179	0	0	0	0	0	0
Argentina	0	11928	10460	0	0	0	0	0	0
Venezuela	0	0	0	0	0	0	0		

Fuentes: Cálculos del CCI basados en estadísticas de Dirección General de Aduanas.

Tabla 20. Conversión de kilogramos a toneladas metricas

Producto 180632 (kg)	Producto 180631 (kg)	Chocolates importados (kg)	Chocolates importados en (TM)
100747	198857	299604	299,604
194280	219754	414034	414,034
72344	323451	395795	395,795
61309	339990	401299	401,299
128493	241738	370231	370,231
191261	201906	393167	393,167
265479	299445	564924	564,924
233963	254099	488062	488,062
336842	332009	668851	668,851
279160	375262	654422	654,422
450533	364399	814932	814,932
42,34721071	57,65278929	5465321	

Tabla 21. Evaluación de la ecuación de pronóstico

$Y = 5,1047 X^2 - 18,296X + 371,81$		
Valores de X	Valores de Y	Años
1	358,6187	2005
2	355,6368	2006
3	362,8643	2007
4	380,3012	2008
5	407,9475	2009
6	445,8032	2010
7	493,8683	2011
8	552,1428	2012
9	620,6267	2013
10	699,32	2014
12	887,3348	2015
13	996,6563	2016
14	1116,1872	2017
15	1245,9275	2018
16	1385,8772	2019
17	1536,0363	2020

Tabla 22. Cálculo del valor promedio del pronóstico

Valores de X	Valores de Y	Años
13	996,66	2016
14	1116,19	2017
15	1245,93	2018
16	1385,88	2019
17	1536,04	2020
Promedio	1256,14	
5%	62,81	

Tabla 23. Costo de la función objetiva.

	Mano de obra	Materia prima	Agua	Energía	Costo	Reciproco
Managua	23,323	67,496	23,5	6,958	121,277	0,00825
Boaco	23,323	56,342	25,77	6,958	112,393	0,00890
Rivas	23,323	85,8	25,77	6,958	141,851	0,00705
						0,02419

Cálculo del factor objetivo.

FO_A	0,3408
FO_B	0,3678
FO_C	0,2914

Tabla 24. Cálculo del orden de la función subjetiva.

	Alt A	Alt B	Alt C		w_j
Educación		1	1	2	0,4
Vulnerabilidad	1	1		2	0,4
Seguridad	1			1	0,2
				5	

Tabla 25. Comparaciones pareadas.

	Vulnerabilidad					Educación					Seguridad				
	Comparación			Σ	R1	Comparación			Σ	R2	Comparación			Σ	R3
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
Alt A	1	1	0	2	0,4	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,5
Alt B	1	1	1	3	0,6	1	1	1	3	0,75	1	0	0	1	0,25
Alt C	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,25	0	0	1	1	0,25
				5	1				4	1				4	1

$$FS_I = W_1 * R_1 + W_2 * R_2 + W_3 * R_3$$

$$FS_A \quad 0,26$$

$$FS_B \quad 0,59$$

$$FS_C \quad 0,15$$

Medida de preferencia de localización (MPL)

$$MPL_A \quad 0,28$$

$$MPL_B \quad 0,53$$

$$MPL_C \quad 0,19$$

Tabla 26. Costo de energía para procesar 242.75 kg.

Maquinaria	Capacidad productiva	Horas para procesar 242.75 kg	Consumo de energía	Costo de energía
	Kg / Hora	242,75	kw/h	C\$ 6,96
NA1	1000	0,243	4,5	C\$ 7,60
TD25	150	1,618	5,2	C\$ 58,55
DES-100	140	1,734	3,6	C\$ 43,43
INOX-1	150	1,618	4,2	C\$ 47,29
DTC-KPR-50	150	1,618	4	C\$ 45,04
MOLROD 500	200	1,214	4	C\$ 33,78
MZH-50	100	2,428	4,5	C\$ 76,01
CW-40	90	2,697	4,5	C\$ 84,45
M1278	30	8,092	1,3	C\$ 146,38
M1850T4	30	8,092	1,3	C\$ 146,38
ZP-100	30	8,092	3,2	C\$ 360,33
		37,445	40,3	C\$ 1.049,26

Tabla 27. Depreciación de maquinaria.

Maquinaria	Costo de la maquinaria	Precio en cordóbas C\$	Depreciación C\$
	Dolares (\$)	28,6	
NA1	\$1.500,00	C\$ 42.900,00	C\$ 8.580,00
TD25	\$3.600,00	C\$ 102.960,00	C\$ 20.592,00
DES-100	\$1.800,00	C\$ 51.480,00	C\$ 10.296,00
INOX-1	\$1.200,00	C\$ 34.320,00	C\$ 6.864,00
DTC-KPR-50	\$1.200,00	C\$ 34.320,00	C\$ 6.864,00
MOLROD500	\$2.800,00	C\$ 80.080,00	C\$ 16.016,00
MZH-50	\$2.400,00	C\$ 68.640,00	C\$ 13.728,00
CW-40	\$2.800,00	C\$ 80.080,00	C\$ 16.016,00
M1278	\$2.800,00	C\$ 160.160,00	C\$ 32.032,00
M1850T4	\$2.800,00	C\$ 160.160,00	C\$ 32.032,00
ZP-100	\$1.500,00	C\$ 85.800,00	C\$ 17.160,00
		C\$ 900.928,60	C\$ 180.180,00
Costo de maquinaria		\$31.501,00	

Tabla 28. Cálculo de la superficie para las estaciones de manufactura

Estaciones	Dimensiones			Maquina pies cuadrados	Puestos	Operario pies cuadrados	Total
	Alto	Ancho	Largo				
1	4,00	2,67	3,33	8,89	1	51,56	60,44
2	4,00	3,00	4,00	12,00	1	60,00	72,00
3	4,00	3,00	4,00	12,00	1	60,00	72,00
4	4,00	3,33	6,00	20,00	1	82,67	102,67
5	4,50	2,60	2,90	7,54	1	47,04	54,58
6	4,50	2,50	2,83	7,08	1	45,92	53,00
7	4,00	3,83	3,50	13,42	1	59,58	73,00
8	4,84	1,87	2,52	4,70	1	40,08	44,78
9	3,00	2,17	3,90	16,90	2	108,17	125,07
10	3,00	2,67	5,67	30,22	2	148,22	178,44
11	4,00	2,67	8,00	42,67	2	193,33	236,00
				175,42	14	896,56	1071,98

Tabla 29. Requerimientos de espacio para la fábrica de chocolates

I. Manufactura	Ancho	Longitud	pies cuadrados
Estación de limpieza	10	7,7	77
Estación de torrefacción	10	9	90
Estación de descascarillado	10	9	90
Estación de molino	10	12	120
Estación de prensado	10	7,1	71
Estación de formulación y recetas	10	9	90
Estación de refinado	10	7	70
Estación de conchado	10	9	90
Estación de temperado	10	6,1	61
Estación de moldeado	10	8	160
Estación de enfriado	10	10,6	212
Estación de envoltura	10	13,5	270
		108	
II. Servicios de producción			
Almacén de materias primas	10	20	200
Almacén de productos terminados	10	20	200
		40	
III. Servicios para empleados			0
Cuarto de armarios	9	8,5	76,5
Bebedero de agua	4	4	16
Cafeteria	10	10	100
Sanitarios	5	8,5	85
		31	
IV. Areas de oficinas			
Gerente General	10	30,5	305
Asistente	10	7,5	75
Gerente de producción	10	10	100
Gerente financiero	10	10	100
Gerente de ventas	10	10	100
Control de calidad	10	10	100
Supervisor de línea	10	10	100
Contador	10	8	80
Almacenes	10	10	100
Vendedor	10	10	100
		116	
V. Areas exteriores			
Parqueo obreros	40	75	3000
Parqueo trabajador de oficina	40	87,5	3500
Visitas	20	40	800
Total en pies cuadrados			10538,5

Tabla 30. Cantidad de cacao, azucar y leche.

		Cacao	Azucar	Leche
Producción	62807			
Con relleno	36.208,24	10.862,47	19.914,53	5.431,24
Sin relleno	26.598,76	18.619,14	7.979,63	0,00
Totales	62.807,00	29.481,61	27.894,16	5.431,24

Tabla 31. Costo anual de las materias primas

	Cantidad	precio	Total
Cacao	29.481,61	C\$ 47,34	C\$ 1.395.659,22
Azucar	27.894,16	C\$ 17,77	C\$ 495.679,20
Leche	5.431,24	C\$ 218,88	C\$ 1.188.765,98
Fundas	419,00	C\$ 600,00	C\$ 251.400,00
Cajas de cartón	14.540,00	C\$ 5,00	C\$ 72.700,00
			C\$ 3.404.204,40

Tabla 32. Costo anual de mano de obra indirecta.

	Cantidad	Mensual	Prestaciones	Anual
Supervision	2	C\$ 8.000,00	C\$ 9.440,00	C\$ 201.440,00
Servicio de limpieza	1	C\$ 7.000,00	C\$ 8.260,00	C\$ 92.260,00
Gerente de ventas	1	C\$ 15.000,00	C\$ 17.700,00	C\$ 197.700,00
Vendedor	1	C\$ 10.000,00	C\$ 11.800,00	C\$ 131.800,00
Jefe de bodegas	1	C\$ 8.000,00	C\$ 9.440,00	C\$ 105.440,00
				C\$ 728.640,00

Tabla 33. Costo Indirecto anual.

M. O. indirecta	C\$ 306.880,00
Energía eléctrica	C\$ 308.483,91
Agua	C\$ 19.126,80
Combustible	C\$ 72.000,00
Servicios generales	C\$ 92.260,00
Depreciación	C\$ 180.180,00
Gastos de venta	C\$ 329.500,00
	C\$ 1.308.430,71

Tabla 34. Unidades de productos a fabricar

	kilogramos	gramos	unidades	cajas
Chocolates	62807	1000	2093567	14539
Relleno			1206941	8382
sin Relleno			886625	6157

Tabla 35. Total de la inversión.

I. Activos fijos	Cantidad	costo unitario	Total
Maquinaria			
NA1	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
TD25	1	\$ 3.600,00	\$ 3.600,00
DES-100	1	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
INOX-1	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
DTC-KPR-50	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
MOLROD500	1	\$ 2.800,00	\$ 2.800,00
MZH-50	1	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00
CW-40	1	\$ 2.800,00	\$ 2.800,00
M1278	2	\$ 2.800,00	\$ 5.600,00
M1850T4	2	\$ 2.800,00	\$ 5.600,00
ZP-100	2	\$ 1.500,00	\$ 3.000,00
Sillas para escritorios	12	\$ 100,00	\$ 1.200,00
Escritorios	10	\$ 150,00	\$ 1.500,00
Mesa de conferencia	1	\$ 450,00	\$ 450,00
Computadoras	10	\$ 455,00	\$ 4.550,00
Telefonos	10	\$ 30,00	\$ 300,00
Insumos de oficina	1	\$ 600,00	\$ 600,00
Aditamiento para operarios	10	\$ 100,00	\$ 1.000,00
Impresoras	1	\$ 240,00	\$ 240,00
Vehiculos	1	\$ 26.500,00	\$ 26.500,00
Edificio 784 m ²	1	\$ 156.800,00	\$ 156.800,00
Terreno 1400 V ²	1	\$ 7.003,25	\$ 7.003,25
Total en dólares			\$ 231.643,25
Total en córdobas			C\$ 6.694.489,93

Spencer, H. C. & Dygdon, J. Th. (1992) *Dibujo técnico básico* (22^a. ed.) México: Continental S. A. de C.V.

Sánchez Espinoza, J.R. (2004) *Metodología de la investigación: técnicas de Investigación*. Tomo I (151 p)

Universidad Centroamericana (2011) *Guía para la elaboración de citas y listas de referencia*. Recuperado el 14 de marzo de 2016, de: <http://www.apastyle.org/>

Universidad nacional autónoma de Nicaragua (2015) *Técnicas de lectura redacción y ortografía*. Managua: UNAN

Páginas Web Consultadas

<http://www.ine.gob.ni/DGE/normativas/TARIFA.pdf>

https://www.inss.gob.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Item

<http://www.magfor.gob.ni/descargas/publicaciones/cafecacao/cacaoactual.pdf>

<http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/historico/sinopsis/2.pdf>

[https://energypedia.info/images/0/08/Maquinaria para Cacao.pdf](https://energypedia.info/images/0/08/Maquinaria_para_Cacao.pdf)

<http://www.trademap.org/Index.aspx>

<https://www.dga.gob.ni/>

[http://www. Chocolateworld.be/catalogue](http://www.Chocolateworld.be/catalogue)